

# UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Departamento de Economía Aplicada II (Estructura Económica y  
Economía Industrial)



## TESIS DOCTORAL

**El saber tecnológico en la política industrial del primer franquismo**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

**Santiago Manuel López García**

Director

**Mikel Buesa Blanco**

**Madrid, 2002**

ISBN: 978-84-669-0133-8

© Santiago Manuel López García, 1994

**El saber tecnológico en la política industrial del primer franquismo.**

**I**

Santiago Manuel López García

# **El saber tecnológico en la política industrial del primer franquismo.**

Santiago Manuel López García

Tesis Doctoral

Dirigida por: Mikel Buesa Blanco

Departamento de Estructura Económica y Economía Industrial  
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Complutense de  
Madrid.

Salamanca, febrero de 1994.





## INDICE

ABREVIATURAS.....	7
AGRADECIMIENTOS.....	9
INTRODUCCION.....	11
CAPITULO 1. CAMBIO TECNOLÓGICO Y CRECIMIENTO ECONÓMICO.....	20
1.1 Una propuesta de interpretación: trayectorias, paradigmas y fenómenos de acumulación.....	32
1.2 Trayectoria tecnológica, niveles de acercamiento tecnológico y mecanismo de selección (aprendizaje).....	40
CAPITULO 2. INSTITUCIONES OFICIALES DE INVESTIGACION CIENTÍFICA APLICADA ANTES DE LA GUERRA CIVIL.....	68
2.1 Los orígenes de la institucionalización de la investigación aplicada en España (1907-1931).....	70
2.1.1. Los institutos de investigación científica aplicada antes de la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas.....	77
2.2 La Junta para Ampliación de Estudios y la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas.....	84
2.2.1 Los institutos de la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (1933-1936).....	88
CAPITULO 3. LA POLÍTICA ECONÓMICA Y LA REORGANIZACIÓN DE LA POLÍTICA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN EL PRIMER FRANQUISMO.....	108
3.1 La política económica del primer franquismo.....	108
3.1.1 La economía política del franquismo: entre la autarquía y la sustitución de importaciones (1939 - 1959).....	112
3.1.2 El proyecto de industrialización liderado por Suanzes 1938-1963.....	136
3.2 Los primeros años del Patronato "Juan de la Cierva" (1940-1945).....	157
3.2.1 Herencia y novedad del Patronato "Juan de la Cierva".....	159
3.2.2 Las trayectorias y los paradigmas tecnológicos del Patronato "Juan de la Cierva" entre 1940 y 1945.....	165
3.3 La organización de la política científica y tecnológica desde 1946 hasta 1957.....	176
3.3.1 La institucionalización de la investigación aplicada en la segunda mitad de los años cuarenta: sus protagonistas.....	176
3.3.2 La reorganización del Patronato "Juan de la Cierva" (1946-1950).....	184
3.3.3 El desarrollo institucional del Patronato "Juan de la Cierva" en los años cincuenta.....	196
CAPITULO 4. LA ECONOMÍA DEL PATRONATO "JUAN DE LA CIERVA".....	201
4.1 La financiación del Patronato "Juan de la Cierva".....	201

4.1.1 Las bases de la financiación del Patronato "Juan de la Cierva" hasta 1960.....	203
4.1.2 Las exacciones o aportaciones de la industria (1948-1970).....	224
4.1.3 Los "donativos" de las empresas.....	236
4.2 Los gastos efectuados entre 1948 y 1958.....	240
4.3 El personal del PJC.....	249
4.4 Las relaciones del Patronato "Juan de la Cierva" con la industria.....	260
4.4.1 La desigualdad en las relaciones con la industria privada y la pública.....	260
4.4.2 Las relaciones con el Instituto Nacional de Industria.....	265
 CAPITULO 5. EL PROCESO DE ACERCAMIENTO TECNOLÓGICO EN EL PATRONATO "JUAN DE LA CIERVA".....	297
5.1 Una aproximación a la producción de tecnología en el Patronato "Juan de la Cierva": los logros industrializables.....	397
5.2 Los procesos de acercamiento tecnológico en el Patronato "Juan de la Cierva" entre 1946 y 1953.....	301
5.2.1 La evolución de la actividad del Patronato "Juan de la Cierva" entre 1946 y 1953.....	302
5.2.2 El análisis de los niveles de complejidad tecnológica como método para mostrar los procesos de acercamiento tecnológico.....	308
5.3 Un caso particular: el Instituto de Electricidad y Automática.....	321
5.3.1. Los circuitos biestables ferromagnetos.....	327
5.3.2. Dos proyectos de investigación: el Analizador Diferencial Electrónico (ADE) y la Unidad Aritmética Digital (UAD).....	332
5.3.3 El III Congreso Internacional de Automática (Madrid, 1958).....	336
 CONCLUSIONES.....	338
 APENDICES.....	347
Apéndice metodológico.....	348
Fuentes.....	360
Bases de datos.....	373
Apéndice estadístico.....	408
 BIBLIOGRAFIA.....	433

¿Cómo cambia la tecnología? Del mismo modo que la ciencia o el arte, cambia gracias a la creatividad humana, ese extraño y misterioso fenómeno por el que un ser humano llega a una idea o una acción nunca lograda antes. Por supuesto, la creatividad tecnológica es diferente a la científica o artística. Suele ser más prosaica y, en su gestación, concurren características tan mundanas como la destreza o la codicia. Pero, como las artes y las ciencias, depende a veces de la inspiración, de la suerte, de la casualidad, del genio y de ese impulso inexplicable que lleva a las personas a lugares inexplorados. *Joel Mokyr.*

Lo primero que se debe decir acerca de la relación entre ciencia y tecnología en el siglo XX es que cualquier tipo de generalización casi con certeza estará equivocada. De hecho, el primer requerimiento es cambiar la forma de singular a plural: pensar en términos de *ciencias* y *tecnologías*. La diferencia en las naturalezas de estas relaciones es precisamente lo que hace necesario un enfoque histórico. Uno no puede tratar adecuadamente las relaciones entre dominios científicos y tecnológicos, a menos que descienda de lo abstracto a lo particular y contemple estas relaciones dentro del contexto histórico de las industrias específicas, las empresas y las disciplinas científicas. *Nathan Rosenberg.*

## ABREVIATURAS.

AEE:	Asociación Electrotécnica Española
BMI:	Battelle Memorial Institute
CAICYT:	Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica
CE Eólica:	Comisión de Energía Eólica
CE Frío:	Centro Experimental del Frío
CEL Béjar:	Centro de Estudios Laneros de Bejar
CETA:	Centro de Estudios Técnicos de la Automoción
CETE:	Centro de Estudios Técnicos de la Electricidad
CETME:	Centro de Estudios Técnicos de Material Espacial
CETO:	Centro de Estudios Técnicos de Obras
CI Documentación:	Centro de Información y Documentación
CI ENCASO:	Centro de Investigación de la Empresa Nacional "Calvo Sotelo" de Combustibles Líquidos y Lubricantes
CIV:	Centro de Investigaciones Vinícolas
CP:	Comisión Permanente de la Junta de Gobierno del Patronato "Juan de la Cierva"
CSIC:	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
CTA:	Consejo Técnico Asesor del Patronato "Juan de la Cierva"
CTE:	Comisión Técnica Especializada (perteneciente al Patronato "Juan de la Cierva")
D Optica:	Departamento de Optica Técnica
D Plásticos:	Departamento de Plásticos
D Silicatos:	Departamento de Silicatos
DII Piritas:	División de Investigación Industrial de "Piritas Españolas S.A."
DQ Vegetal:	Departamento de Química Vegetal
DT:	Dirección Técnica del Instituto Nacional de Industria
ENOSA:	Empresa Nacional de Optica S.A.
FNICER:	Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas
I Cajal:	Instituto Cajal
I Carbón:	Instituto del Carbón
IE Grasa:	Instituto Especial de la Grasa
IEIE:	Instituto de Estudios Internacionales y Económicos
I Forestal:	Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias
II Pesqueras:	Instituto de Investigaciones Pesqueras
IH Acero:	Instituto del Hierro y del Acero
IN Combustible:	Instituto Nacional del Combustible (antes de 1946 aparece como I. del Combustible)
IN Electrónica:	Instituto Nacional de Electrónica
IN Geofísica:	Instituto Nacional de Geofísica
INTA:	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
IIT Barcelona:	Instituto de Investigaciones Técnicas de Barcelona
ILT Quevedo:	Instituto "Leonardo Torres Quevedo" de Física Aplicada
INI:	Instituto Nacional de Industria
INR Trabajo:	Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo
ITC Edificación:	Instituto Técnico de la Construcción y la Edificación
IQA Oviedo:	Intituto de Química Aplicada de Oviedo
IQS:	Instituto Químico de Sarrià

I Soldadura:	Instituto de la Soldadura
JAE:	Junta para Ampliación de Estudios
JEN:	Junta de Energía Nuclear
JG:	Junta de Gobierno del Patronato "Juan de la Cierva"
LITIEMA:	Laboratorio y Taller de Investigaciones del Estado Mayor de la Armada
Laffón-Selgás:	Laboratorio de Investigaciones de Electro-Acústica "Laffón-Selgás"
LM Valencia:	Laboratorio de Metalografía de la Escuela de Peritos Industriales de Valencia
LQO Salamanca:	Laboratorio de Química Orgánica de la Universidad de Salamanca
LTQ:	Laboratorio "Torres Quevedo"
PJC:	Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica
S Fermentaciones:	Sección de Fermentaciones Industriales
S Matemático:	Seminario Matemático
T Subvencionados:	Trabajos Subvencionados

## AGRADECIMIENTOS.

Esta investigación ha podido ser escrita gracias al apoyo intelectual de un buen número de personas. Espero haber aprendido sus lecciones y que ello se refleje en la presente tesis. Quiero manifestar mi agradecimiento al Dr. Mikel Buesa, mi director, por su permanente disposición para criticar los borradores; al Dr. José Molero por la confianza y la atención que desde 1984 me ha dispensado; al Dr. José Luis García Delgado por la ilusión que me transmitió al leer mi trabajo de doctorado prelude de la presente tesis; al Dr. Antonio Gómez Mendoza por enseñarme a investigar, comprender y transmitir la información de los archivos; al Dr. José Manuel Sánchez Ron por introducirme en el mundo de los colegas de la historia de la ciencia, y por guiarme en las fuentes a través del Archivo de la Ciencia de la Universidad Autónoma de Madrid; al Dr. Antoni Roca por sus análisis y apreciaciones clarividentes; a los doctores Jordi Nadal y Albert Carreras porque me dieron los consejos justos en los momentos precisos; y por último, a los doctores Juan Velarde, Luigi Orsenigo, Giovanni Dosi, Renato Giannetti y Thomas F. Glick por su ayuda.

También deseo expresar mi gratitud a Miguel Carrera, Uli Hermes, Nuria Puig, Andrea Saba y Juan Carlos Jiménez por su esfuerzo desinteresado en favor de mi trabajo, que espero haya sabido transmitir.

Asimismo, quiero dejar constancia de las instituciones, y dentro de ellas a sus componentes, que me han apoyado, bien materialmente, bien institucionalmente: la Universidad Autónoma de Madrid, que me concedió la primera beca de investigación, el Departamento de Estructura Económica y Economía Industrial de la Universidad Complutense, del que dependió mi beca del Ministerio de Educación y Ciencia para la Formación del Personal Investigador, el Departamento de Historia e Instituciones

Económicas de la Universidad Complutense donde, ya como profesor, siempre he tenido el amparo académico para realizar la investigación, el Instituto Europeo de Florencia, la Fundación Empresa Pública, de la cual he recibido la aportación económica final, el CSIC, donde tengo que agradecer a los señores Vicente Larraga, Gustavo Monje, Marcelino García y Alfonso Ibáñez y a las señoras M<sup>a</sup> Luz Martínez Cano, Magdalena García, Pilar Alvarez, Concepción Alvarez, Emilia Amor y M<sup>a</sup> Luisa Martín, además del personal del Centro de Información y Documentación (CINDOC) las facilidades concedidas y el inestimable servicio que me han prestado, el INI, donde José M<sup>a</sup> Zárate y Santiago y Juan-Román Martín Díaz-Ambrona siempre han estado dispuestos a proporcionarme el acceso al Archivo Central, la revista *Pensamiento Iberoamericano* y por último a la Facultad de Ciencias Económicas y empresariales de la Universidad de Salamanca a la cual pertenezco en la actualidad.

## INTRODUCCION.

El presente trabajo es un estudio para el caso español y centrado en los años cuarenta y cincuenta del siglo XX, de las instituciones dedicadas a la investigación aplicada cuyos objetivos eran apoyar el desarrollo industrial. El propósito, por tanto, es analizar la importancia que tuvo el sistema de investigación científica aplicada con respecto al desarrollo industrial. Por tanto, en ningún momento se examina la tecnología como un componente de la actividad industrial.<sup>1</sup> La presente tesis sólo enuncia el saber tecnológico que se generó en las instituciones científicas. Las cuestiones que se estudian no son, qué maquinaria ni qué métodos eran los utilizados en las empresas, sino la gestación de los conocimientos precisos para copiar, reparar y mejorar dichos métodos y maquinaria.

Hace ya algún tiempo, M.J. González en su obra sobre la economía política del franquismo señaló:

La primera sucesión de cambios o variaciones importantes, sostengo, hay que ubicarla claramente en la década de 1950. La transformación tecnológica del decenio de 1960 hubiera sido inviable sin la primera ola industrializadora que aconteció en la década anterior. Basada en una generación de bienes de equipo de sencillo diseño y en la protección comercial intensa comportó la acumulación de capital humano y ensanchamiento del

---

<sup>1</sup> Como señala J. Sánchez Chóliz "por tecnología entendemos algo más amplio y global que la simple colección de técnicas." -Sánchez Chóliz (1990), p. 434. Véase también Vegara (1989), p. 16—. Aunque la Real Academia de la Lengua Española ha aceptado el término tecnología recientemente, este ya se empleaba al menos desde mediados del siglo XVIII, con el significado específico de "conjunto de los conocimientos propios de los oficios mecánicos y artes industriales." —Terreros (1765-83)—. A lo largo de la tesis se emplea con profusión la palabra tecnología haciendo referencia al conjunto formado por: los conocimientos a la vez prácticos y teóricos, el "saber hacer", los métodos, los procesos, las experiencias de éxito y de fracaso —todos ellos tanto de carácter científico aplicado como industriales— y además, y por supuesto, los mecanismos y la maquinaria. La tecnología puede presentarse incorporada en los mecanismos y la maquinaria, o desincorporada, como una particular pericia, como la experiencia acumulada en anteriores soluciones —o en los intentos para solventar problemas de carácter técnico— y, además, como las percepciones y los logros que ofrezca el estado de los conocimientos científicos y técnicos del momento —Dosi, 1984, p. 13 y ss.—. Por otra parte, el vocablo tecnólogo, aunque también figura en el *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española*, no tiene un origen tan remoto como el de tecnología, pero ya se utilizaba a finales del siglo XIX: "La tecnología es la ciencia industrial, la que proporciona los medios para conseguir o ejecutar... Quiero llamar tecnólogo al que posee aquella ciencia." —Manjarrés (1877), p. 55—.



mercado suficiente para absorber una tecnología de importación más delicada en la década siguiente.<sup>2</sup>

Desgraciadamente, González no vuelve a retomar este argumento a lo largo de su libro.<sup>3</sup> Sin embargo, expuso un indicio interesante, cuando no inquietante. González venía a decir que las bases de la modernización económica española de los años sesenta estaban en los años cincuenta. Indiscutiblemente el fenómeno del acercamiento económico aconteció en los años sesenta, pero a su juicio el cambio tecnológico de los años cincuenta había sido importante. El camino para la comprobación estaba abierto, había que saber algo más de la realidad tecnológica de los años cincuenta, de la cual González sólo decía que se basaba en la utilización de bienes de equipo sencillos, y que había originado una acumulación de capital humano capaz de absorber la tecnología más "delicada" de los sesenta.

Esta primera impresión, poco definida, de González fue matizada por M. Buesa. Este autor se fijó únicamente en la asimilación de tecnología importada por la vía de los contratos de transferencia de tecnología, porque ello explica, al menos desde mediados de los años cincuenta, la mayor parte del cambio tecnológico. Pero como él mismo señaló la trascendencia de la tecnología nacional no se había investigado:

no hemos estudiado la generación de conocimientos científicos y técnicos —autónomos o adaptativos de tecnologías foráneas— realizados por las instituciones públicas que, desde las instancias gubernamentales, se crearon en el período, de acuerdo con algunas de las directrices emanadas de la legislación-marco de la política industrial, así como por las empresas privadas. Por ello, a falta de otros estudios monográficos sobre el tema, carecemos de evidencia suficiente para establecer conclusiones acerca de la contribución de los esfuerzos internos de investigación a la generación de innovaciones industriales que permitieran acortar el *gap* tecnológico.<sup>4</sup>

---

<sup>2</sup> González (1979), p. 117.

<sup>3</sup> Excepción hecha de la recapitulación que hace del capítulo respectivo entre las páginas 128 y 130 —González (1979)—.

<sup>4</sup> Buesa (1982), p. 417.

A partir de esta observación solo faltaba ponerse manos a la obra y estudiar la aportación de la tecnología nacional a la reducción del *gap* tecnológico.

Lo primero que se necesita para reconocer ese *gap* es un modelo económico que explique como se producen los fenómenos de acercamiento tecnológico, porque al fin y al cabo el objeto del estudio es un fenómeno de acercamiento tecnológico. Además, el modelo económico tiene que plantear:

1º - que existe una relación entre la investigación científica aplicada y el progreso tecnológico en la industria; y

2º - cómo funciona esa relación.

El modelo, que se explica en el capítulo primero, se basa en las teorías del cambio tecnológico ligadas a la teoría evolutiva del cambio económico.<sup>5</sup> Sin entrar en materia, si se debe adelantar que toda relación ciencia - industria se desarrolla entre dos coordenadas que delimitan el juego de la oferta y la demanda:

1ª - los agentes científicos "empujan para" que se lleven a cabo sus proyectos científicos y tecnológicos, y

2ª - los responsables industriales "tiran de" la ciencia para que ésta resuelva los problemas técnicos y tecnológicos de la industria.

Lo que se plantea al admitir la existencia de estas dos coordenadas es la polémica entre las teorías del cambio tecnológico, unas favorables a la explicación del mismo apoyándose en el "tirón de la demanda" como motor del proceso,<sup>6</sup> y otras más proclives a una explicación basada en el "empuje desde la tecnología", pero sin olvidar

---

<sup>5</sup> Nelson y Winter (1982).

<sup>6</sup> Uno de cuyos representantes fundamentales continúa siendo J. Schmookler.

los factores económicos, como las instituciones y la mayor o menor apertura de la economía<sup>7</sup>.

La seguida en este trabajo es la segunda, lo que motiva, como señala N. Rosenberg,<sup>8</sup> tener que demostrar tres principios, que serán tratados en el capítulo inicial:

a) *La tecnología, en alguna medida progresa a lo largo de sendas en respuesta a fuerzas, debidas a las lógicas internas y a los diferentes grados de complejidad alcanzados por la tecnología. Su progreso no depende exclusivamente de la necesidades económicas.*<sup>9</sup>

b) *Estas sendas imponen constreñimientos y oportunidades que determinan la dirección y evolución del proceso de invención y desarrollo, y por consiguiente futuras ventajas económicas.*

c) *Los costes de este proceso varían en las diferentes disciplinas tecnológicas y en los distintos sectores industriales a los que están ligadas.*

Una vez fijado el marco teórico, lo segundo que se precisa es ajustar la investigación a algún tipo de información. Como las estadísticas de investigación y desarrollo no existían en aquella época, las primeras surgen en los años sesenta, no queda más alternativa que una investigación de tipo microeconómico centrada en alguna o algunas instituciones relevantes. Como en los años cuarenta y cincuenta la investigación en tecnología se realizaba casi totalmente en las instituciones públicas,

---

<sup>7</sup> Al respecto de dicha polémica véase Rosenberg (1979a), pp. 285-299 y Dosi (1984), p. 7-13.

<sup>8</sup> Rosenberg (1979a), p. 290.

<sup>9</sup> En referencia a la falacia de la necesidad como motor de la diversidad de máquinas, artefactos y herramientas (conceptuales o no) véase Basalla (1991), pp. 13-40. De hecho, si se desea "explicar la sucesión histórica en la cual han sido satisfechas distintas categorías de necesidades *vía* el proceso inventivo, debemos prestar profunda atención a una especial variable de parte de la oferta: el creciente stock de conocimientos útiles." Rosenberg (1979a), p. 293.

el foco de atención se debe dirigir hacia las tres instituciones que representaban prácticamente el cien por cien de la investigación tecnológica pública: el Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica (PJC), el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) y la Junta de Energía Nuclear (JEN).

De las tres instituciones el Patronato era la más diversificada, y por tanto, la que tenía mayores conexiones con diferentes actividades industriales. Una vez fijada la institución objeto de investigación se han buscado sus orígenes, que se remontaban a 1932 con la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas. Consecuentemente, ha habido que estudiar el período de transición entre una y otra institución, incidiendo en particular sobre los acontecimientos de la purga y el exilio de finales de los años treinta y principios del siguiente decenio. Esta parte del trabajo es el capítulo segundo.

El Patronato estaba muy relacionado con el Instituto Nacional de Industria (INI), hasta el punto de que sus presidentes eran la misma persona: J.A. Suanzes. Desde esta perspectiva la elección del PJC ha redoblado el reto inicial, ya que se plantean dos cuestiones de difícil demostración: descubrir la identificación de los objetivos de una y otra institución, y demostrar que la generación interna de tecnología fue una variable importante de la política económica del primer franquismo —ambas cuestiones son analizadas en los capítulos tercero y cuarto de la presente tesis—.

Para hacer frente a estas dos cuestiones se ha partido de la siguiente hipótesis: la política industrial franquista de creación de empresas públicas estuvo conectada a las actuaciones de los agentes que realizaban la investigación científica de carácter tecnológico. Ahora bien, no debe olvidarse que todo avance en tecnología "no sólo debe ser congruente respecto a la tecnología que los circunda; también ha de ser compatible con la economía existente y con otras instituciones de la sociedad." Con el término *conectada* no deseo introducir la noción de determinismo tecnológico,

sin embargo, relegar la tecnología desde una posición de "*primum mobile* en la historia a la de factor mediador, a la vez influenciado por el cuerpo de la sociedad e influyente sobre él, no equivale a denegar su influencia, sino tan sólo a especificar su modalidad de operación con mayor precisión."<sup>10</sup> El peligro al que está expuesta la hipótesis de partida es que sea interpretada radicalmente, como si en este ensayo se mantuviera que las fuerzas económicas no condicionan la dirección en la que se mueven los cambios tecnológicos<sup>11</sup>. Nada más lejos de mi intención. En el caso que nos ocupa al confirmarse la hipótesis, lo que se ha modificado es el grado de trascendencia conferido, hoy por hoy nulo, a las instituciones científicas en la configuración de los proyectos industriales públicos.

Dado que el punto de partida es relativamente novedoso, resulta razonable recoger una posición que sea plausible para la mayoría de los historiadores económicos especializados en la época. Esta asunción de mínimos es admitir que los responsables encargados de asignar recursos al desarrollo de nuevos productos y procesos dentro de la política industrial franquista, decidirían la asignación si conocían, o creían en, las posibilidades de algún tipo de oportunidades tecnológicas o científicas aún "sin explotar" —aunque no lo hubieran sido hasta el momento únicamente por motivos de rentabilidad económica—; si preveían la existencia de una demanda para esos productos y procesos —aunque la demanda estuviera en función de las necesidades de las empresas públicas—; y si esperaban obtener "beneficios" —en los que se incluirían el incremento de poder político— a pesar de incurrir en los costes que iban desde la investigación científica hasta la colocación del producto en el mercado<sup>12</sup>. Estos mínimos no representan aceptar que las fuerzas por parte de la

---

<sup>10</sup> Heilbroner (1972), p. 37, al igual que el entrecomillado anterior.

<sup>11</sup> Un peligro, por otra parte constante, en las obras que analizan tecnología y economía —Rosenberg (1979a), pp. 122 y 123 y DeGregori (1985)—.

<sup>12</sup> Aún sin ser los gestores públicos empresarios con fines de lucro es innegable que asignaron recursos a la investigación. Posiblemente lo hicieron bajo los supuestos planteados o bajo otros muy parecidos (con respecto a los supuestos teóricos de los empresarios ante la inversión en innovación véase Dosi (1988), p. 1120). De no ser así se les estaría negando cualquier tipo de racionalidad en sus actuaciones, y por tanto no sería posible estudiar lo que sucedió. Esto no quiere decir que no se haya de tener presente la particular situación de la economía del Primer Franquismo, caracterizada por marchar al margen de la competencia exterior, con la consiguiente distorsión en las condiciones de los supuestos presentados.

demanda determinan por sí solas la distribución de los recursos inventivos y sus perfeccionamientos. Pero aumentan la certeza en el sentido de que las fuerzas por el lado de la oferta ejercieron una influencia penetrante sobre las consecuencias reales de la utilización de los logros tecnológicos y sus mejoras. Como señala N. Rosenberg:

La explicación de la naturaleza y composición de la *producción* inventiva requiere por necesidad la comprensión del funcionamiento de las fuerzas por parte de la oferta. Estas fuerzas por parte de la oferta determinan que la producción sea del tipo asociado con el alquimista medieval o con el moderno metalúrgico científico.<sup>13</sup>

Incluso sin entrar en la discusión sobre la preeminencia de la demanda o la oferta, la importancia de la oferta nacional de tecnología aumentó necesariamente, al ser el sistema económico franquista cerrado, autárquico e intervencionista —al menos fue esto lo que ocurrió hasta 1953-1954—. Ahora bien, hay que tener presente que las apreciaciones sobre lo que estaba "sin explotar" y la demanda y los "beneficios" esperados no correspondían plenamente a las posibilidades económicas reales del país. Esto influía en el tipo de presión que el aparato productivo recibía a la hora de desarrollar bienes de equipo y productos.<sup>14</sup> Se partía de la idea de la "riqueza" natural de determinado recurso, que en condiciones de mercado abierto hubiera sido otra e incluso despreciable, para a continuación plantear los "beneficios" que se podían conseguir si se producía una máquina o producto que "revalorizase" aquella "riqueza". Las consecuencias eran positivas en grado muy relativo: la profundización en unas líneas de investigación de segundo orden internacional, la obsesión por sacarles a las actividades agrícolas e industriales más rentables, aún mayores rendimientos a través del aprovechamiento exhaustivo de los residuos y la acumulación de conocimientos y capital humano en un sentido determinado y en contra de la tradición anterior a la guerra civil.

---

<sup>13</sup> Rosenberg (1979a), p. 299.

<sup>14</sup> Con respecto a este tipo de presión en abstracto véase Rosenberg (1979a), p. 124.

Estas actitudes, que en ocasiones han sido puestas bajo el apelativo de *economía de guerra* por su parecido, tienen mejor acomodo si se califican como *economía de miseria* o de *resistencia*. Una economía debida a las exiguas posibilidades de sustitución de los recursos escasos por haber carecido de, cuando no quebrado, un acervo de recursos científicos. No debe olvidarse, que según la teoría del cambio tecnológico las posibilidades de sustitución entre insumos de recursos materiales son en gran medida el producto de un cambio tecnológico pasado, que produjo nuevos insumos sustitutivos o que elevó la productividad de los viejos. Rosenberg señaló las formas de realizarlo<sup>15</sup>:

- 1) Elevación de la producción por unidad de insumo de recursos naturales.
- 2) Desarrollo de materiales nuevos (artificiales).
- 3) Elevación de la productividad en la extracción de los recursos naturales.
- 4) Mejora del proceso de explotación y descubrimiento de recursos naturales.
- 5) Desarrollo de técnicas para reutilizar los residuos y materiales de desecho.
- 6) Desarrollo de técnicas para la explotación de recursos de menor grado o de otros más abundantes.

De estas seis posibilidades el franquismo de los años cuarenta y principios de los cincuenta se concentró en las dos últimas. Las razones son simples: por una parte España carecía de conocimientos tecnológicos acumulados, y por otra, la obsesión por la *economía de miseria* o de *resistencia* impedía el desarrollo de innovaciones propias de las formas primera y segunda. Estas carencias e impedimentos pesaron negativamente hasta principios de los años sesenta, malogrando iniciativas prometedoras, y en su conjunto los intentos de acercamiento tecnológico —tal y como se expone en el capítulo quinto—. Sólo de forma excepcional estas restricciones se superaron. Ello sucedía cuando los grupos de investigadores eran de origen extranjero —principalmente alemanes—, ya que reproducían en España "parcelas" de sistemas

---

<sup>15</sup> Rosenberg (1979a), p. 281.

institucionales más avanzados, caracterizados por una mayor acumulación de conocimientos y por la búsqueda de innovaciones entre sus objetivos.

Una vez señalado el objetivo y los puntos de atención del trabajo, es necesario insistir en que esta tesis sólo se adentra en el terreno del saber tecnológico en la política industrial del primer franquismo. La institución estudiada de forma metódica es científica, por tanto, cuando el saber tecnológico pasa a convertirse en un componente de la actividad industrial deja de tener sentido seguir indagando. Sería como investigar la producción industrial de un producto e incluir en el análisis de la producción la venta del mismo. Evidentemente hay conexiones, pero una cosa es la fabricación y otra la comercialización. Antepongo esta salvedad, para que el lector que reclame más información sobre la utilización del saber tecnológico en la industria sea benevolente, y comprenda que ese no era mi fin.

Por último, debo indicar que los dos primeros apartados del capítulo quinto están íntimamente ligados a la explicación teórica del capítulo primero, hasta el punto que se pueden entender como un ejercicio de comprobación empírica del modelo definido al comienzo de la tesis. Entre ambos capítulos debe situarse la lectura del Apéndice metodológico, ya que en él se explica como se han realizado las bases de datos que sirven de soporte empírico en el que contrastar el modelo teórico.



## CAPITULO 1. CAMBIO TECNOLÓGICO Y CRECIMIENTO ECONÓMICO.

"Una teoría del cambio tecnológico debe reconocer que las contribuciones [acto de intuición o inventivo, capital, contribución empresarial, etc. en función de su oferta y demanda particular] son esencialmente complementarias, tal como la teoría de la producción convencional reconoce que la tierra, trabajo y capital son complementarios." F. M. Scherer<sup>16</sup>

Es usual que los analistas económicos introduzcan el acto de la innovación tecnológica y su posterior difusión como causas influyentes en el crecimiento económico<sup>17</sup>. De hecho se suele empezar los estudios económicos sobre la innovación tecnológica señalando, que tanto para Smith como para Marx el cambio tecnológico era una parte sustancial para sus argumentaciones. Pero sin dejar de ser cierto esto, también lo es que resulta difícil encontrar una elaboración teórica del cambio tecnológico hasta finales de los años treinta de nuestro siglo, momento en el que encontramos una de las primeras hipótesis en la obra *Business Cycles* de J.A. Schumpeter<sup>18</sup>. Aunque este libro es tomado como punto de referencia inicial del

---

<sup>16</sup> El texto entre corchetes no es del autor. Véase Scherer (1978), p. 258.

<sup>17</sup> Freeman (1975), Rosenberg (1979a). Buenas síntesis en castellano de la situación actual de las teorías del cambio tecnológico se encuentran en Buesa y Molero (1989) y Vegara (1989). Por supuesto, en el campo de la historia económica también han ganado terreno las explicaciones del crecimiento económico que se basan en la creatividad tecnológica. La obra clave inicial en este sentido fue el libro de A.P. Usher sobre las invenciones mecánicas editado en 1929 y revisado en 1954 -Usher (1954)-. A este trabajo le siguieron otros que se podrían dividir en dos modos de hacer: los que son recopilaciones y los que son ensayos explicativos. Son estos últimos los que se siguen en esta investigación. De entre estos últimos el aparecido más recientemente en lengua castellana es el libro de J. Mokyr *La palanca de la riqueza* -Mokyr (1993)-.

<sup>18</sup> N. Rosenberg tal vez sea el teórico del cambio tecnológico que más claramente haya expresado la importancia de Schumpeter en este campo:

el estudio que sobre la innovación tecnológica se ha venido realizando, consiste en una serie de notas a pie de página sobre Schumpeter. Aunque las notas pueden llegar a ser más largas, más críticas y, afortunadamente, más ricas con respecto al reconocimiento de las complejidades empíricas, aún, el edificio conceptual que mantenemos es el que construyera Schumpeter como soporte. Inevitablemente, por tanto, los conceptos *schumpeterianos* constituyen nuestro punto de partida. -Rosenberg (1976), p. 524-

análisis del cambio tecnológico, no se puede olvidar que pocos años antes, al principio del decenio, algunos investigadores del crecimiento económico, como S.S. Kuznets y A.F. Burns, habían desarrollado algunas explicaciones del cambio tecnológico partiendo de las teorías de Julius Wolf, economista alemán de principios del siglo XX que se puede considerar como uno de los predecesores más claros de las teorías del desarrollo "tecno-económico"<sup>19</sup>.

Wolf publicó en 1912 su obra *Die Volkswirtschaft der Gegenwart und Zukunft*. Se trataba de una recopilación de conferencias entre las que destacaban las dedicadas al fenómeno del atraso o postergación de algunas economías dentro del progreso económico general. Su respuesta fue la "Ley del límite del desarrollo tecno-económico" o "Ley de los obstáculos al progreso técnico" -*das Gesetz der technisch-ökonomischen Entwicklungsgrenze*- conocida genéricamente como la Ley de Wolf<sup>20</sup>. Dicha ley señala que el progreso técnico es más rápido en los primeros momentos del desarrollo de las nuevas industrias (surgidas a partir de conocimientos tecnológicos recientemente aplicados), que cuando éstas ya están maduras. Además, establece que estos fenómenos ocurren bajo dos condiciones: primera, que el conjunto de conocimientos precisos para la paulatina mejora de una tecnología determinada es limitado, y segunda, que el coste de las sucesivas mejoras aumenta según la tecnología se acerca a lo que se definiría como su nivel de operación a largo plazo o madurez tecnológica. Estas dos condiciones fueron expuestas por Wolf bajo la denominación de la cuatro leyes que obstaculizaban el progreso técnico:

1ª) La ley esencial, que simplificando es la de los rendimientos decrecientes, y ocurre cuando al perfeccionar el producto el aumento de los costes sobrepasa los posibles beneficios.

---

<sup>19</sup> El término utilizado por Wolf es *technisch-ökonomischen*. Para las referencias de otros autores sobre J. Wolf véase: Kuznets (1930), pp. 10 y 11; Burns (1934), p. 141; Metcalfe (1981), p. 351; Freeman, Clark y Soete (1985), p. 100 y Pérez y Soete (1988) p. 471.

<sup>20</sup> Así es citada por Freeman, Clark y Soete (1985), p. 100.

2ª) La ley en contra del "optimismo", que mantiene que una creciente intensificación de la actividad económica no es por siempre beneficiosa, puesto que toda actividad lleva aparejada el crecimiento de los costes en la ejecución de sus mejoras.

3ª) La ley del aumento de los costes cuando se intenta una producción adicional. Esta ley rige en especial para las actividades de minería, agricultura, comunicaciones y fabricación de bienes industriales. Es muy semejante a la segunda, tratándose en realidad de un cambio de perspectiva, que permite enjuiciar el aumento de los costes según se van dando los avances técnicos. En cierta forma se podría decir que se trata de un punto de vista "marginalista".

4ª) La ley de la resistencia a la renovación constante de las instalaciones. Es presentada por Wolf, como la resistencia del propietario del capital fijo a tener que renovar éste por imperativos del avance de las técnicas empleadas.<sup>21</sup>

La síntesis de los principios de Wolf quedan expresados en los siguientes párrafos:

*Tenemos, por tanto, una ley del límite del desarrollo tecno-económico según la cual, cada perfeccionamiento técnico consumado, que reduce costos de producción, o la utilización de materias primas y energía, impide el paso a un nuevo progreso. Le deja menos espacio, lo cual, a pesar de todo, tiene luego necesariamente como consecuencia un estrechamiento de las posibilidades de perfeccionamiento, de manera que el progreso técnico, como cada vez vale menos la pena, por lo menos en cierta dirección se paraliza, y finalmente, como es estéril, se abandona en sectores enteros. (...)*

Esto es válido para un enorme ámbito dentro de la industria, en la cual el progreso técnico de la última mitad del siglo pasado, o quizá de todo el siglo, ha consumado las posibilidades de la reducción de los costos en tal medida, que a las próximas generaciones, yo no diría que ya no les quede "nada" por hacer, pero que les han dejado un resto tan insignificante de posibilidades de progreso que, es imposible que puedan hacer algo.<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> Wolf (1912), pp. 237 y 238.

<sup>22</sup> Wolf (1912), pp. 263-237 y 251.

Uno de los ejemplos de Wolf puede servirnos para explicar mejor su Ley. A finales del siglo XIX, indica Wolf, para obtener una unidad de azúcar se necesitaban veinte de remolachas, mientras que en 1912 bastaba con seis. El avance había sido notorio hasta aquel momento, así que cualquier reducción por debajo de seis, por mucho progreso técnico que se aplicara de entonces en adelante, nunca conseguiría una reducción semejante a la de pasar de veinte a seis. Por tanto para Wolf existía un límite material insoslayable. Sin embargo, él mismo dejará abierta una puerta a la esperanza, ya que admitía que si se lograra aumentar por medio de "la técnica agrícola" el contenido de azúcar por unidad de remolacha, entonces, sí podría volver a reducirse las unidades de remolachas necesarias para producir una de azúcar.

Con la excepción de esta última posibilidad que se sale de la norma pesimista del resto de su obra, la visión de Wolf podría definirse como una percepción estática del crecimiento tecnológico. Si se sigue únicamente esta explicación, el progreso tecnológico no sería lo suficientemente potente como para erigirse en la palanca del crecimiento económico. Los analistas que siguieran la Ley de Wolf de manera tajante terminarían prediciendo futuros casi inmutables; "un mundo de barcos de vela y coches de caballos con un diseño casi perfecto."<sup>23</sup> La Ley es válida para estudiar el progreso de una tecnología a corto plazo, o el ciclo de vida de una industria o de un producto, pero resulta inadecuada con respecto a las grandes líneas a medio y largo plazo del progreso tecnológico, que denominaremos de ahora en adelante *trayectorias tecnológicas*<sup>24</sup>.

---

<sup>23</sup> La cita pertenece a Mokyr (1993), p.363. En 1899 Jean Marc Côté recibió el encargo de realizar unas ilustraciones representando escenas de la vida del año 2000. En estas ilustraciones la Ley de Wolf es llevada a su máxima exageración. Aparecen diseños estilizados de planeadores y dirigibles realizando tareas que en el futuro serían realidad, como el salvamento de la tripulación de un barco en alta mar, pero para las que no usamos dichos artefactos. Como señaló I. Asimov, que reeditó comentadas las ilustraciones de Côté, "la idea del rescate es correcta, pero los detalles no corresponden y (como sucede con frecuencia) son producto de la *subestimación* del progreso tecnológico [o del pesimismo en el sentido de Wolf]." -Asimov (1987), p. 19-.

<sup>24</sup> Con respecto a la definición de *trayectoria tecnológica* seguimos la de Dosi -Dosi (1984), pp. 13-21-. Más adelante nos detendremos en este concepto y su repercusión en la teoría del cambio tecnológico.

Después de Wolf otros autores ahondaron en la relación entre crecimiento económico y progreso tecnológico<sup>25</sup>. El primero y más sistemático sería Kuznets, quien en 1930 retomaría la interpretación del progreso económico en relación al tecnológico, aún bajo la perspectiva de la Ley de Wolf, y añadiría una comprobación empírica utilizando como indicadores las patentes para diversas ramas de actividad concedidas en los EE. UU. desde mediados del siglo XIX hasta los años veinte<sup>26</sup>. La conclusión de Kuznets fue, que el estudio de las patentes demostraba que las mejoras en cada una de las ramas industriales tendían en su conjunto a disminuir con el paso del tiempo, y según la invención inicial se acercaba a su perfección<sup>27</sup>. Burns en 1934 continuó esta línea de análisis de Kuznets, pero no aportó mayores confirmaciones empíricas<sup>28</sup>. Pocos años después, en 1939, la teoría de la innovación de Schumpeter aparecería y, a partir de aquel momento, guiaría las siguientes indagaciones sobre la relación entre cambio tecnológico y crecimiento económico, lo cual supondría un revulsivo frente a los puntos de vista cercanos a la Ley de Wolf, quedando ésta fuera de la investigación de los economistas hasta su recuperación por C. Freeman, C. Pérez y L. Soete en los años ochenta<sup>29</sup>.

La teoría de la innovación ha tenido una mayor repercusión que la Ley de Wolf. El esquema conceptual de dicha teoría ha sido fértil y permite situar al cambio tecnológico en el centro del crecimiento económico. Para Schumpeter cada innovación tecnológica es un salto adelante claramente apreciable, que da origen a una nueva función de producción, por tanto las transformaciones suaves e incesantes -al estilo de

---

<sup>25</sup> Aunque el libro de A.P. Usher *A History of Mechanical Inventions*, cuya primera edición es de 1929 - Usher (1954)-, puede considerarse como la primera obra de ordenación histórica del progreso tecnológico, lo cierto es que no expone una teoría del crecimiento económico ligado al progreso tecnológico. Usher consideró más importante descubrir el origen de la invención -Basalla (1991), p. 38; Usher (1954), cap. IV- y señalar los elementos de continuidad y de *acumulabilidad* del progreso tecnológico -Rosenberg (1993), p. 20.

<sup>26</sup> Kuznets (1930), pp. 54-58.

<sup>27</sup> Kuznets (1930), pp. 33 y 54.

<sup>28</sup> Burns también señalaba la importancia de los principios de Wolf -Burns (1934), pp. 120-145-. Tanto Kuznets como Burns asocian en el tiempo al fenómeno del retardo tecnológico la evidencia del proceso de difusión tecnológica -Metcalfe (1981), p. 351-

<sup>29</sup> Freeman, Clark y Soete (1985) y Pérez y Soete (1988).

la Ley de Wolf- no tienen para él la relevancia de las innovaciones<sup>30</sup>. La superioridad dada a éstas le sirvió para apoyar su explicación de los "ciclos económicos" y las crisis. Sostuvo, que las innovaciones se concentran en el tiempo y en determinadas ramas de actividad económica de forma discontinua, lo cual es la causa de la existencia de los "ciclos económicos"<sup>31</sup>. Las innovaciones, tanto cuando aparecen como cuando se difunden, perturban la economía y obligan a nuevos procesos de adaptación, que se repiten cíclicamente<sup>32</sup>. El mundo futuro *shumpeteriano* es más real que el *wolfiano*, pues aventura que existirán productos, hoy inconcebibles, capaces de resolver de forma más económica los mismos problemas de hoy en día y otros nuevos. De cualquier manera no hay que olvidar que para Schumpeter el fenómeno de la innovación no podía explicarse dissociado del empresario emprendedor. Él mismo expuso que si las innovaciones que apareciesen fueran inmediatamente absorbidas y potenciadas por todas las industrias, no habría desequilibrios, y que estos aparecen porque sólo los empresarios emprendedores se arriesgan a innovar<sup>33</sup>.

En la presente investigación nos situamos en una posición en la que la visión de Wolf y la de Schumpeter son en realidad complementarias<sup>34</sup>. La primera actúa a corto plazo, y explica los ciclos de vida de productos y procesos, e incluso de tecnologías concretas. La segunda funciona a medio y largo plazo, y esclarece como una innovación cambia cualitativamente y de manera superior los productos y

---

<sup>30</sup> Schumpeter expresó su idea de innovación en los siguientes términos:

Therefore, we shall impose a restriction on our concept of innovation and henceforth understand by an innovation *a change in some production function which is of the first and not of the second or a still higher order of magnitude*. A number of the propositions which will be read in this book are true only of innovation in this restricted sense. Schumpeter (1939), p. 94.

<sup>31</sup> "First, that innovations do not remain isolated events, and are not evenly distributed in time, but that on the contrary they tend to cluster, to come about in bunches, simply because first some, and then most, firm follow in the wake of successful innovation; second, that innovations are not at any time distributed over the whole economic system at random, but tend to concentrate in certain sectors and their surroundings." Schumpeter (1939), pp. 100 y 101.

<sup>32</sup> Un resumen más amplio de la argumentación de Schumpeter se encuentra en Freeman, Clark y Soete (1985), pp. 56-58. A su vez ellos parten de los comentarios de R. Fels que editó en 1964 una versión resumida del *Business Cycles*.

<sup>33</sup> Schumpeter (1939), pp. 97 y 98.

<sup>34</sup> Esta hipótesis ya fue expuesta por J.S. Metcalfe en 1981, aunque su argumentación se concentra en el fenómeno de la difusión tecnológica, ya que para él la armonía entre el punto de vista de Schumpeter y el de Wolf está conectado con el papel de la competencia en el proceso de difusión -Metcalfe (1981)-.

procesos de una *trayectoria tecnológica*. Mokyr posiblemente sea el que mejor ha sintetizado ambas visiones<sup>35</sup>:

Sin grandes ideas nuevas (las innovaciones *schumpeterianas*), el flujo de las pequeñas invenciones acumulativas acabará en una disminución de los beneficios. Cuando ocurra eso dependerá de la técnica en cuestión. Pero no cabe duda de que cada vez era más difícil incorporar mejoras en el barco de velas hacia los años de 1870, el alza del rendimiento de los granos empezaba a tocar techo a mediados del siglo XIX, y el acero de crisol había hecho un largo recorrido para 1856. Las macroinvenciones (las innovaciones *schumpeterianas*) como la hélice de propulsión, los abonos químicos y el procedimiento Bessemer revitalizaron un movimiento que se estaba aproximando a una especie de tope tecnológico (es decir la Ley de Wolf).<sup>36</sup>

Esta distribución básica en el cambio tecnológico entre innovaciones y mejoras paulatinas, puede enunciarse de otra manera. N. Rosenberg a mediados de los años setenta expuso que, aunque el cambio tecnológico abarque una pluralidad de formas, todas ellas se hallan bajo el común denominador de ciertos tipos de conocimientos, que hacen posible obtener:

1) un mayor volumen de producción total o 2) una producción total cualitativamente superior, a partir de una determinada cantidad de recursos.<sup>37</sup>

Rosenberg mantiene que los analistas suelen obcecarse en el primer tipo de conocimientos, es decir, en la introducción de nuevos procesos que reducen el coste de producción de un mismo producto<sup>38</sup>. Esta perspectiva conduce a planteamientos en los que todas las industrias que inicialmente crecen rápidamente, terminan experimentando un retraso cuando disminuye el impacto de la innovación técnica en la reducción de costes<sup>39</sup>. Como se ve, una visión más *wolfiana* que *schumpeteriana*, que

---

<sup>35</sup> Mokyr en ningún caso cita a Wolf, pero se acerca claramente a la Ley de éste aunque no la exponga directamente -Mokyr (1993), pp. 363-370-.

<sup>36</sup> Mokyr (1993), p. 369. Las palabras entre paréntesis no son del autor.

<sup>37</sup> Rosenberg (1993), p. 17.

<sup>38</sup> Según Rosenberg, ello se debe a que "es una simplificación útil que hace posible analizar un amplio campo de problemas con un aparato analítico relativamente simple y permite una aproximación cuantitativa a innumerables e interesantes cuestiones económicas." Rosenberg (1993), p. 17.

<sup>39</sup> "Además, debido a la baja renta a largo plazo y a la elasticidad de precios de la demanda de bienes de consumo antiguos, en estas industrias las innovaciones reductoras de costes tendrán un impacto acumulativo relativamente pequeño." Rosenberg (1993), p. 18.

difícilmente puede explicar el crecimiento rápido y continuado caracterizado por el desarrollo de nuevos productos e industrias. Este último patrón de crecimiento está más relacionado con la teoría de la innovación, y por tanto con el segundo tipo de conocimientos señalados por Rosenberg.

La aceptación de una visión ecléctica entre las dos teorías (la de Wolf y la de Schumpeter) ha sido reciente. Para empezar, la teoría de la innovación hubo de experimentar un largo proceso de validación, no tanto en su esencia como en su utilización para la explicación de la teoría de los "ciclos económicos". La relación entre la teoría de la innovación y la de los "ciclos económicos" ha dominado hasta la actualidad la discusión científica sobre el cambio tecnológico<sup>40</sup>. Los analistas, entre los que se encontraba el propio Kuznets, propusieron desde el primer momento que la validación de la tesis *schumpeteriana*, que relacionaba innovaciones con "ciclos económicos", se alcanzaría demostrando la existencia de discontinuidades en la introducción de grandes innovaciones. Los economistas que trabajaron en este terreno concluyeron que no se puede negar una asociación recíproca entre innovaciones y fluctuaciones económicas a largo plazo, pero la naturaleza de estas relaciones es más compleja y desordenada de lo que se estimó inicialmente<sup>41</sup>.

En su mayoría, los analistas de los años cuarenta no negaron la validez de la Teoría de la innovación de Schumpeter, pero muchos se mostraron críticos con la idea de encontrar una relación concreta entre la aparición de innovaciones y los ciclos económicos. Entre los críticos se encontraba B.S. Keirstead, quien expuso cuan

---

<sup>40</sup> Hall y Preston (1990).

<sup>41</sup> En este sentido la investigación fundamental fue realizada por G. Mench, quien planteó la teoría del "agrupamiento de las innovaciones básicas" a principios de los años setenta, pero esta teoría fue superada en los años ochenta por la de los "sistemas tecnológicos" de Freeman, Clark y Soete. Para una exposición de ambas teorías véase el número especial que la revista *Futures* dedicó a la innovación técnica y las ondas largas en el desarrollo económico -*Futures. The journal of forecasting and planning*, vol. 13, núm. 4 (especial), agosto, 1981-, así como Freeman, Clark y Soete (1985), pp. 69-113. La línea de análisis referida a los procesos de difusión tecnológica, que parte del modelo de difusión tecnológica y el crecimiento industrial de Schumpeter, también ha generado una "escuela" de analistas, véase Soete (1985), pp. 410-416.



arbitraria era dicha relación<sup>42</sup>, y lo hizo además, partiendo del concepto de lo que Schumpeter había denominado como fenómeno de "agrupamiento" (*bunching*) de las innovaciones. Keirstead llegó a la conclusión de que las "innovaciones mayores" de Schumpeter no eran la clave del crecimiento, sino que ésta se encontraba en las "innovaciones de amplia adaptabilidad". Keirstead, con este término, se refería a las innovaciones que provocan un flujo de mejoras menores a través de un buen número de actividades económicas. De esta forma, las innovaciones de amplia adaptabilidad están presentes en diferentes sectores, encadenando las mejoras que se transmiten de unos a otros. Para él, las características de la amplitud y de servir de nexo de estas innovaciones causaban el crecimiento económico, gracias al estímulo que provocaban en la inversión y el empleo, y a largo plazo, en el aumento general del bienestar<sup>43</sup>. La aportación de Keirstead suponía un primer acoplamiento de la visión *wolfiana* y la *schumpeteriana*, e introducía a través de su concepto de "innovaciones de amplia adaptabilidad", una idea muy cercana a la de *trayectoria tecnológica* que aparecería en los años ochenta<sup>44</sup>.

En cualquier caso, los que censuraban la relación de la teoría de la innovación con la de los "ciclos económicos" no podían negar la existencia de una cierta conexión entre cambio tecnológico y crecimiento económico, pero desde luego tenían razón al criticar la incapacidad de dicha relación para indicar con qué intensidad influye uno en el otro. En este sentido M. Abramovitz y R. Solow pondrían las bases para los estudios de tipo macroeconómico que querían cuantificar esa influencia. Estos dos autores

---

<sup>42</sup> Keirstead (1948), pp. 145-149.

<sup>43</sup> "Hay que hacer una distinción conceptual más importante para nuestros propósitos con respecto a la "adaptabilidad" de una innovación. Algunas innovaciones son específicas con respecto a las condiciones de una particular planta o una particular industria. Algunas innovaciones, como los nuevos productos, son singulares y tienen mayores aplicaciones. Estas son innovaciones tales como la introducción de un nuevo material, o el desarrollo del principio de la rueda o de la válvula. Tienen una amplia adaptabilidad y son adoptadas, a lo largo de una serie de modificaciones, por una industria tras otra. Algunas de estas innovaciones, aún teniendo una amplia adaptabilidad, necesitan todavía más innovaciones. Podemos denominar a este tipo de innovaciones, en espera de un nombre mejor, "innovaciones de unión", (corresponden a lo que el Profesor Usher ha denominado como "innovaciones estratégicas") porque su aceptación está unida con una completa serie de concomitantes y consecuentes innovaciones a través de un amplio sector industrial." Keirstead (1948), pp. 135 y 136.

<sup>44</sup> Freeman, Clark y Soete plantean esta similitud -Freeman, Clark y Soete (1985), p. 135.

fueron, a mediados de los años cincuenta del presente siglo, los primeros en apreciar (Abramovitz) y cuantificar (Solow) la parte del crecimiento económico atribuible al cambio tecnológico. Así por ejemplo, Solow estimó que el producto bruto de los EE. UU. se había duplicado entre 1909 y 1949 correspondiendo el 87,5% del incremento del producto al cambio tecnológico<sup>45</sup>.

Una vez apreciada por parte de los analistas la importancia del cambio técnico con respecto al crecimiento económico y a sus fluctuaciones -lo que sitúa la relación entre tecnología y economía en el terreno macroeconómico-, se planteó la necesidad de profundizar en el conocimiento de la generación de ese cambio, situando el marco de análisis en el terreno microeconómico. La teoría de la innovación de Schumpeter mostraba claramente una forma de esa generación: la innovación. Esta vez la teoría era el centro del análisis sin tener que ligarla a la de los "ciclos económicos". El enfoque *schumpeteriano* guió una buena parte de estudios del cambio técnico introduciendo un sesgo en favor de las innovaciones mayores, sin apenas entrar en la paulatina introducción de procesos y productos (innovaciones menores), donde el aprendizaje, la copia y la difusión puede llegar a desempeñar un papel sustancial para el crecimiento económico<sup>46</sup>.

En parte esta disociación también provenía de que los estudios del cambio técnico evolucionaron tomando como referencia la usanza de los países más industrializados, esto es, en torno a la experiencia de los países que habían generado hasta el presente un flujo sistemático de producción científica y tecnológica que, por

---

<sup>45</sup> Abramovitz (1956), Solow (1957). Véase también Inkster (1991), pp. 4 y 5. Partiendo de Solow los trabajos teóricos y empíricos se han multiplicado, hasta el punto de que en nuestros días Mokyr ha señalado que es norma general que muchos economistas contemplen en mayor o menor medida la relación entre cambio tecnológico y crecimiento económico:

Todos los trabajos sobre crecimiento económico reconocen la existencia de un "residuo", una parte del crecimiento económico que no se puede explicar mediante el expediente de más capital o más trabajo, y que por tanto, debe considerarse, hasta cierto punto, como un "almuerzo gratis". El cambio tecnológico parece ser el candidato ideal para explicar este residuo y a veces se lo ha equiparado con él. -Mokyr (1993), p. 22-

<sup>46</sup> "El foco principal no está en las innovaciones principales tal y como las describía Schumpeter, sino, más bien, en las mejoras menores que determinan la tasa de crecimiento de la productividad que las mejoras principales son capaces de generar." Rosenberg (1993), p. 125.

otra parte, era fácil y coherente seguir a través de las grandes innovaciones<sup>47</sup>. Sin embargo, los teóricos del cambio tecnológico se dieron cuenta de la trascendencia de todo el conjunto de mejoras que se producían durante el período de difusión y transferencia gracias a ulteriores procesos de aprendizaje por la fabricación (según se va haciendo *learning by doing*), de aprendizaje por el uso (*learning by using*), de aprendizaje del error previo (*learning by failure*) y de aprendizaje gracias a la relación del productor con el usuario (recíproco *learning by interacting*)<sup>48</sup>.

La perspectiva más adecuada para apreciar el alcance de estos procesos, que contenían innovaciones menores, se lograba en los análisis de países donde históricamente la transferencia de la tecnología había sido de una mayor magnitud que la innovación tecnológica, a la hora de potenciar el crecimiento económico. Es decir, en los análisis de la economía de las naciones que habían tenido un proceso de industrialización con fluctuaciones y debilidades, incapaces, por otra parte, de mantener el flujo constante de generación de conocimientos científicos y técnicos de importancia universal. Fue J. Katz quien a mediados de los años setenta señaló las dificultades que ofrecía la concepción restrictiva *schumpeteriana*,<sup>49</sup> y sobre todo análisis posteriores aún más rígidos a la hora de conocer cómo se había originado el crecimiento económico en los países que durante el siglo XIX y XX habían tenido problemas para industrializarse de forma sólida y sin altibajos<sup>50</sup>. La respuesta que se daba para justificar el crecimiento en este tipo de países era simple: la transferencia y difusión de las innovaciones desde los países industrializados era la causa

---

<sup>47</sup> Katz (1976), p. 11. El caso más destacable es *The Unbound Prometheus* de D.S. Landes -Landes (1979)-.

<sup>48</sup> Arrow acuñó el término *learning by doing* -Arrow (1962)-, Rosenberg el de *learning by using* -Rosenberg (1993)-, Maidique y Zirger el de *learning by failure* -Maidique y Zirger (1985)- y Lundvall el de *learning by interacting* -Lundvall (1988), véase también Andersen y Lundvall (1988)-.

<sup>49</sup> Katz (1976) y (1983).

<sup>50</sup> Recuértese que este tipo de industrialización ha sido típica de España -Vicens Vives (1958), (1960) y (1969). En 1975 J. Nadal daba una valoración certera del ratio de los valores añadidos en las industrias algodonera y siderúrgica que demostraba la prontitud de España a la hora de iniciar su industrialización (período 1821-1860) y el rezago posterior, que la llevó a posiciones propias de otras naciones industrialmente más jóvenes -Nadal (1975), p. 237. Posteriormente los análisis de A. Carreras han confirmado esta característica de vaivén en el proceso español de industrialización en comparación con el de otros países -Carreras (1990)-.

fundamental de su progreso técnico<sup>51</sup>. Pero a ello Katz añadía el papel que representaban las denominadas "innovaciones adaptativas" (éstas no deben equivocarse con las de "amplia adaptabilidad" de Kierstead), similares a las menores y originadas normalmente en los procesos de aprendizaje<sup>52</sup>. Estas innovaciones, a juicio de Katz, resultaban esenciales para explicar el aumento de la productividad.

Los analistas económicos como Katz, que provenían de países que habían llevado a cabo una industrialización basada en la importación de tecnología, centraron su esfuerzo en conocer cómo ocurría el proceso de difusión. Los escritos sobre la "dependencia tecnológica" se multiplicaron incidiendo en los problemas de la contratación de la tecnología importada. Los estudios de los contratos de transferencia de tecnología, de las inversiones extranjeras y de la balanza tecnológica dejaron aparentemente poco espacio a la duda de si la aportación interna había tenido alguna relevancia<sup>53</sup>. Los casos que planteaban la existencia de un crecimiento local, no se explicaban en términos de la posible aportación interna derivada del propio esfuerzo investigador, tan sólo se daba cabida al aporte que las tareas de adaptación y aprendizaje, procedentes de la importación de la tecnología, podían ofrecer. Se juzgaba irrelevante la aportación local previa a la importación, obviando el hecho de que no puede haber importación de tecnología sin una previa base que la entienda y acoja<sup>54</sup>. Era necesario encontrar un modelo que diera cabida a los diferentes conceptos de innovación que se venían barajando.

---

<sup>51</sup> Carreras sintetiza la difusión de ciertas grandes innovaciones en relación a los ciclos de crecimiento económico en España: 1827-1866 la máquina de vapor y la maquinaria textil asociada al sistema fabril, 1855-1898 el ferrocarril, 1898-1913 centrales productoras de electricidad, redes eléctricas de transporte de alta y baja tensión, 1913-1975 el motor de explosión y la *motorización* consecuente y 1975 en adelante el ordenador y la informática -Carreras (1990), pp. 164 y 165-. Este argumento se encuentra más desarrollado en Nadal, Carreras y Martín Aceña (1988).

<sup>52</sup> Katz (1976), cap. III.

<sup>53</sup> Braña, Buesa y Molero (1984); Buesa y Molero (1989) y Sánchez Muñoz (1988).

<sup>54</sup> La tecnología es acumulativa en cualquier situación, esto quiere decir que no se puede plantear la posibilidad de importarla sin una base previa capaz de absorberla. Como han demostrado los análisis sobre los "milagros económicos" en Europa tras el Plan Marshall, fue la acumulación de capital humano e instituciones de educación e investigación europeas los que proporcionaron la base para que la tecnología importada funcionara. Sería incoherente plantear que todo el cambio tecnológico de un país como España es consecuencia de la importación de tecnología. Esto sólo podría ocurrir si la importación se hiciera de forma total y con la máxima asistencia técnica, es decir importando la tecnología, la maquinaria y el capital humano capaz de usarlas. Si la condición de que todo el cambio tecnológico se debe a la importación se admitiese como cierta, entonces se estarían negando dos cosas: los efectos de la difusión

### 1.1 Una propuesta de interpretación: *trayectorias, paradigmas y fenómenos de acumulación*.

El nuevo modelo partía de la síntesis que se traslucía de los diferentes puntos de vista: las innovaciones mayores no son las responsables únicas del crecimiento económico. Existen pequeñas aportaciones y procesos de aprendizaje acaecidos en la fabricación y en el uso que inciden en el crecimiento, y esas aportaciones no pueden darse sin una base previa de conocimiento y experimentación. A partir de este punto la cuestión era dilucidar cómo se conjugaban las innovaciones mayores con las menores y adaptativas, y siempre en un ambiente propicio caracterizado por una base previa de conocimientos. Autores como Dosi, Sahal, Freeman, Pérez y Soete dieron la pauta a seguir al exponer sus concepciones sobre los *paradigmas tecnológicos*<sup>55</sup>. Ellos afirman que en los procesos económicos los agentes que realizan la tecnología, con el objetivo de lograr innovaciones técnicas, están sujetos a lo que denominan *paradigmas* (Dosi) o *postes-guía* (Sahal) *tecnológicos* y a las *trayectorias* (Dosi) o *avenidas* (Sahal) *tecnológicas*. Las definiciones de ambas categorías expuestas por Dosi aclaran el significado de los términos:

un paradigma tecnológico se puede definir como un «esquema» (*pattern*) de solución de determinados problemas tecnoeconómicos basados en principios muy selectos derivados de las ciencias naturales, juntamente con reglas específicas orientadas a la adquisición de nuevos conocimientos y a salvaguardarlos, cuando sea posible, de una rápida difusión a los competidores (...). Definamos como una *trayectoria tecnológica* la actividad del proceso tecnológico junto con las elecciones económicas y tecnológicas definidas por un paradigma.<sup>56</sup>

---

y la existencia de fábricas cuyos obreros, técnicos y empresarios fuesen españoles. Al decir españoles queremos decir de formación técnica española.

<sup>55</sup> Dosi (1982), (1984), (1988) y (1991); Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg y Soete, (Ed.) (1988); Dosi, Giannetti, y Toninelli, (Ed.) (1992). Dosi, Pavitt y Soete (1990); Sahal (1985).

<sup>56</sup> Dosi (1992), pp. 277-279. Véase también Dosi (1984), apartado 2.2.

Aunque existe una similitud entre el concepto de *paradigma tecnológico* y el de proyecto de investigación ésta es parcial. El *paradigma* encierra tanto al proyecto, es decir a la intuición de como acometer un problema y los conocimientos previos de los que partir, como a sus logros y las bases teóricas principales en las que se asentará cualquier modelo ulterior. En síntesis el *paradigma* es la innovación material radical y el modelo de referencia (inmaterial) que ésta supone para los proyectos e innovaciones futuras<sup>57</sup>.

El concepto que aparece detrás del componente material está muy cerca de la idea defendida por Sahal al definir los *postes-guías tecnológicos*. Este autor mantiene que el proceso de desarrollo tecnológico, dentro de casi todos los campos de investigación y desarrollo, lleva a la formación de un determinado patrón de diseño general a todos los artefactos de la actividad económica correspondiente. Este patrón dicta el sentido en el que se encauzan los subsiguientes pasos en el proceso del desarrollo tecnológico. De esta manera las innovaciones son modificaciones de un modelo (patrón) esencialmente invariable. Así por ejemplo, aunque los motores de explosión interna de los coches actuales puedan parecer diferentes a los de principios de siglo, en esencia son diseños similares, o como diría Sahal recordando un antiguo adagio: "Cuanto más cambia un objeto más permanece siendo el mismo objeto."<sup>58</sup> Este diseño básico está en la constitución de un *poste guía tecnológico* marcando el rumbo de la actividad innovadora<sup>59</sup>. Al introducir el concepto de *paradigma* o el de

---

<sup>57</sup> Dosi plantea esta doble composición del *paradigma tecnológico*, una parte substancial y otra inmaterial, en distintas obras: Dosi (1984), (1988), p. 1127 y (1992), pp. 277 y 278.

<sup>58</sup> Sahal (1985), nota 6. Por supuesto esta idea no es nueva. Kuznets señalaba en los años treinta que en lo esencial una invención notable permanece invariable;

"Las mejoras sólo ocurren en los detalles. El moderno motor de vapor se sirve exactamente del mismo principio de la máquina de vapor de expansión manejada por Watt. (...) En las historias de las industrias y de la práctica tecnológica uno se encuentra una y otra vez ratificaciones de que los principios de la invención permanecen siendo los mismos, aunque la eficiencia de sus formas prácticas deban considerarse como mejoras notables." Kuznets (1930), p. 33. La conceptualización de Sahal, más materialista que la de Dosi, le empuja a valorar mucho las fuerzas sociales y económicas que constriñen a la *trayectorias tecnológicas -avenidas tecnológicas* según su definición-. Mucho más globalizador es el término defendido por Freeman y Pérez de *paradigma techno-económico*, ya que excede el concepto de *paradigma* para incluir al mismo tiempo el de *trayectoria* -Freeman y Pérez (1990), p. 47-. En el presente trabajo la línea seguida es la de Dosi.

<sup>59</sup> Sahal (1985), p. 71.

*poste-guía* en realidad se está convirtiendo a la innovación radical, del análisis *schumpeteriano*, en un concepto mucho más amplio y que cumple mejor los requisitos necesarios del propio modelo *schumpeteriano*. Con esta perspectiva, en la que sustituimos innovación radical o mayor por *paradigma tecnológico*, la innovación de características *schumpeterianas* queda como un hecho más conceptual que material. Así por ejemplo, la noción *schumpeteriana* plantearía la existencia del motor de explosión como una innovación radical en un momento, como un objeto único, inmejorable y repetido constantemente, lo cual, sorprendentemente, llevaría también a largo plazo a un mundo *wolfiano*. Por contra, el *paradigma* indica que sólo existe el concepto de motor de explosión, que consta de unos principios básicos de física, química e ingeniería representados por multitud de ejemplos y experiencias, es decir, existe el *paradigma* del "motor de explosión", el cual tiene sus exponentes en una variedad gigantesca de artefactos que van desechando unas mejoras, que quedaron anticuadas, e incorporando otras nuevas, pero cuyo diseño básico seguirá siendo el mismo mientras se continúe rigiendo por los mismos principios teóricos de la física, la química y la ingeniería<sup>60</sup>. La idea de *paradigma* rompe definitivamente con un mundo únicamente *wolfiano*, tanto a corto como a largo plazo, desde el momento en que un leve cambio en los principios teóricos puede dar un futuro tecnológico completamente diferente.

Antes de proseguir con las implicaciones de los conceptos de *paradigma*, es conveniente reafirmar que la parte material del *paradigma* no tiene que ser un instrumento o una máquina necesariamente, también puede serlo las herramientas conceptuales, tal y como lo son las formulaciones:

De acuerdo con la definición de «herramienta» por el tecnólogo, el ábaco y el compás de geómetra son considerados normalmente como tecnología, pero no ocurre lo mismo con la tabla de multiplicar o la tabla de logaritmos. No obstante, esta división arbitraria imposibilita prácticamente la

---

<sup>60</sup> Al cambiar el concepto restrictivo de innovación *schumpeteriana* por el de *paradigma* se abren todas las posibilidades para que se de el fenómeno de alcance (*catching up*), ya que se dejan abiertas multitud de posibles vías menores de innovación.

compresión de un sujeto tan importante como el desarrollo de la tecnología de las matemáticas.<sup>61</sup>

Volviendo al concepto de *paradigma* y su similitud con el de proyecto de investigación, podría argumentarse que el término acuñado por I. Lakatos de *programa científico de investigación* (PCI) encaja mejor que el de *paradigma*. No obstante, el concepto de PCI, que es adecuado para explicaciones en ciencias, pierde fuerza al enfrentarse al análisis de la tecnología, ya que en ésta el componente material, la máquina, el mecanismo, el producto y el proceso, no puede someterse al *principio de falsación popperiano* implícito en el PCI de Lakatos. Una máquina supera a otra no por el *principio de falsación*, sino por la mejora de productividad que supone, en función de unos factores económicos dados<sup>62</sup>.

La reflexión acerca del PCI de Lakatos no es baladí, ya que el término *paradigma tecnológico*, acuñado por Dosi, tiene su origen en el concepto de *paradigma científico* defendido por T.S. Kuhn en su obra *La estructura de las revoluciones científicas* (1962), y por tanto se podría levantar una crítica similar desde un punto de vista *lakatiano* al *paradigma tecnológico*, tal y como la que en su día Lakatos estableció contra el *paradigma científico* de Kuhn<sup>63</sup>. Pero, como hemos visto, Dosi supera lo impreciso del concepto de *paradigma* utilizado por Kuhn desde el momento en que concreta la existencia de una parte material -mecanismos, artefactos y máquinas- y otra teórica o *heurística* -el conjunto de teorías, principios, métodos y directrices- en todo *paradigma tecnológico*. Es así como el *paradigma tecnológico* se convierte, tanto en un punto indicador, en un ejemplar -según Sahal un *poste-guía*-, como en una elección de problemas técnicos y de los métodos para solucionarlos.

---

<sup>61</sup> Drucker (1978), p. 150.

<sup>62</sup> Respecto de las teorías de Lakatos y el *principio de falsación* en relación a la metodología económica véase Blaug (1985), pp. 29-60.

<sup>63</sup> Sobre Kuhn y su repercusión en la metodología de la economía, en especial con respecto a K. Popper, véase Blaug (1985), pp. 48-52.



Además, que la noción de *paradigma* de Dosi tenga su origen en la de Kuhn, no implica que Dosi siga la teoría de Kuhn para explicar el progreso tecnológico. Para Dosi la teoría de Kuhn planteaba el problema de casar las rupturas en el desarrollo de la ciencia, denominadas por Kuhn *revoluciones científicas*, con las evidencias empíricas de las continuidades en los artefactos tecnológicos<sup>64</sup>. La solución de Dosi fue agregar el concepto de *trayectoria tecnológica*, que venía del de *trayectoria natural* de progreso técnico expuesto por R.R. Nelson y S.G. Winter, al de *paradigma*<sup>65</sup>. Con ello la teoría del cambio tecnológico aparecía como evolutiva y no como rupturista.

Al introducir Kuhn la idea de "revoluciones científicas" la confusión de los términos asociados al concepto de "revolución" podía desvirtuar la percepción del cambio tecnológico. Con la obra de síntesis de G. Basalla *The Evolution of Technology*, aparecida en 1988, el problema de percepción queda saldado y el camino a seguir marcado:

La fuente última de la explicación revolucionaria del cambio tecnológico es la confusión de la tecnología con sus ramificaciones sociales y económicas, algo que se ilustra adecuadamente con el apelativo de "Revolución industrial" (...). La confusión entre la tecnología y sus consecuencias unió los mitos de los inventores heroicos, las ideas de progreso material, nacionalismo y sistema de patentes, y aumentó la explicación discontinua del cambio tecnológico<sup>66</sup>. Sólo un estudio minucioso de los artefactos puede demostrar la insuficiencia de esta perspectiva y la relevancia de la tesis de la continuidad.<sup>67</sup>

El hecho de que la teoría del cambio tecnológico haya vuelto los ojos a la teoría *evolucionista* (darwiniana), tanto en el caso de Basalla como en el de Nelson y Winter,

---

<sup>64</sup> Se toma la palabra artefacto con el significado que tiene en la obra de G. Basalla -Basalla (1991)- y como la parte material de los *paradigmas*.

<sup>65</sup> Dosi (1984), p. 17 y Freeman, Clark y Soete (1985), p. 59. Además, si se quiere tener una imagen sucinta de los problemas de teoría económica que provoca la teoría *evolucionista* del cambio económico, véase Nelson y Winter (1982), pp. 407-409.

<sup>66</sup> Incluso en el análisis *schumpeteriano* del cambio técnico las invenciones entraban en escena completamente desarrolladas, el invento aparece como un fenómeno aislado, sucediendo que los factores tecnológicos son segregados de los económicos. Véase Rosenberg (1979), p. 80.

<sup>67</sup> Basalla (1991), pp. 81 y 82. A principios de los años sesenta Drucker planteaba el problema de carecer de una teoría de tecnología: "Necesitamos una teoría que nos permita organizar la variedad y complejidad de las herramientas modernas alrededor de algún concepto básico y unificador." -Drucker (1978), p. 157. El artículo original apareció en 1960 en la revista *Technology and Culture*.

no determina una correspondencia rígida entre ambas<sup>68</sup>. En el caso de la teoría de la evolución de la tecnología de Basalla la analogía evolutiva se utiliza por su poder metafórico y *heurístico*, con precaución en contra de aplicaciones literales que pudieran llevar, por ejemplo, a realizar taxonomías de especies de artefactos como si de animales se tratara<sup>69</sup>. De cualquier forma, cabe preguntarse porqué es atrayente la teoría evolucionista a la hora de explicar la manera en la que sucede el cambio tecnológico, y si ello implica algún riesgo.

La clave de las teorías *evolucionistas* utilizadas para estudiar la tecnología se encuentra en la tesis de la continuidad de la tecnología. Ya en 1961 C.C. Davison demostró que no ha habido técnica pretérita que no tenga contrapartida en la moderna tecnología<sup>70</sup>. Es decir, que toda máquina, mecanismo, artefacto o herramienta (conceptual o física) tiene un antecedente, y que el cambio que percibimos es un proceso acumulativo<sup>71</sup>. Ahora bien, este proceso no es ni mecánico ni está preestablecido, de hecho la situación habitual de la humanidad ha sido la de largos períodos de estancamiento tecnológico salpicados de breves lapsos de gran creatividad, por tanto, la continuidad no es un suceso constatable momento a momento. Además, los períodos de creatividad tecnológica se producen a partir de que surgen actos de intuición basados más o menos en conocimientos y artefactos

---

<sup>68</sup> "La evolución biológica y el cambio tecnológico tienen suficientes similitudes como para que resulte interesante establecer entre ellos una analogía heurística y que siguiera nuevas maneras de pensar la historia económica del cambio tecnológico. También tienen suficientes diferencias como para que no se saquen inferencias inmediatas de la teoría de Darwin sobre temas como la Revolución Industrial. Pero, tales disimilitudes no invalidan *ipso facto* el empleo de la analogía." Mokyr (1993), p. 342.

<sup>69</sup> Al respecto véanse las apreciaciones de Basalla acerca de las diferencias entre la evolución biológica de los animales y la cultural de los artefactos, Basalla (1991), pp. 170 y 171.

<sup>70</sup> Davison (1978). El artículo originalmente apareció en 1961 en la revista *Technology and Culture*. Con anterioridad a Davison, Usher ya había llamado la atención sobre los elementos de continuidad y de acumulación en el proceso de invención -Usher (1954)-.

<sup>71</sup> Esto tiene una implicación en la teoría económica que Rosenberg expuso de forma concreta: "El sistema no ofrece aclaración cuando hacemos preguntas que tratan sobre la forma en que el campo de alternativas tecnológicas existente -en la frontera de posibilidades de producción- nació, y qué fuerzas específicas las generaron (...). Las posibilidades de sustitución de factores *de hoy* son, en otras palabras, el producto de las exploraciones tecnológicas *de ayer* (...). En efecto, existe un fenómeno de «derrame», que afecta a varios puntos de una hipotética isocuánta y no sólo a uno. Aunque la clase de movimientos en los que pienso son individualmente muy modestos, existe una gran evidencia para sugerir que son de mucha mayor importancia *de manera acumulativa*." Rosenberg (1979), pp. 75-78, las cursivas son del autor.

previos<sup>72</sup>. De hecho, cuando el acto de intuición aparece de forma repetida y simultánea es la mejor prueba de que nos encontramos en un período de creatividad tecnológica, y de que el fenómeno de acumulación se está dando, tal y como expresara R.L. Heilbroner:

El fenómeno del descubrimiento simultáneo es bien conocido. En nuestra opinión, el proceso del descubrimiento tiene lugar a lo largo de una frontera bien definida de conocimiento, y no más o menos al azar. Evidentemente, el concepto de *simultaneidad* es impresionista, pero el consiguiente fenómeno de la *acumulación* tecnológica sugiere también que la evolución técnica sigue un curso consecuente y determinado, más bien que un curso al azar.<sup>73</sup>

En este texto Heilbroner se acerca mucho a una concepción del progreso tecnológico como si éste fuera un flujo constante, que avanza lenta e inexorablemente, dando origen a una forma de crecimiento continua y predecible. Una concepción donde la estabilidad es el proceso de evolución; un mundo *wolfiano* anclado permanentemente en una fase estable de madurez<sup>74</sup>. Ahora bien, Heilbroner, como la mayoría de los *evolucionistas*, no dice que la evolución siga sólo un curso consecuente y determinado, él también da juego al azar. Plantear la analogía entre la teoría evolucionista darviniana y la *evolucionista* del cambio tecnológico limitándose a los conceptos de gradual y continuo a la hora de designar la esencia del cambio tecnológico, es olvidar la otra mitad de la teoría evolucionista, la que se basa en la *mutación*, y también es olvidar la incidencia que tiene el mecanismo de selección que opera en la evolución tecnológica. Como señala Mokyr, las teorías recientes "del cambio evolutivo aceptan explícitamente las bifurcaciones y catástrofes caóticas que pueden conducir a nuevos *estados de estabilidad* imprevisibles. (...) El cambio

---

<sup>72</sup> Basalla recoge de Usher la premisa del acto de intuición, presente según Usher en las síntesis acumulativa de todas las invenciones -Basalla (1991), p. 38-.

<sup>73</sup> Heilbroner (1978), p. 30.

<sup>74</sup> "Una tecnología estática es similar a un mundo hipotético de especies inmutables." Mokyr (1993), p. 344.

tecnológico se da gracia al surgimiento de nuevas ideas. Estas pueden aparecer al azar, «a ciegas» (...), o de forma sistemática con un gran componente fortuito."<sup>75</sup>

El fenómeno acumulativo, singularizado por la parte de la teoría de la evolución que hace hincapié en las características de gradualidad y continuidad que tienen los procesos de evolución, no entra en contradicción con la aparición de innovaciones completamente nuevas, fenómeno contemplado por la teoría de la evolución a la luz de las posibles mutaciones, o por la teoría del caos determinista a partir del concepto de bifurcación que, a su vez, encuentra su causa en la sensibilidad de cualquier trayectoria dinámica a las condiciones iniciales<sup>76</sup>. Al admitir que la tecnología se desarrolla mediante estas dos pautas (el cambio gradual y continuo y el cambio por mutación o bifurcación), que dan origen a los procesos de evolución, estamos acercándonos al concepto de "racimos de innovaciones" de Schumpeter, o al de "innovaciones de amplia adaptabilidad" de Keirstead y, lógicamente, al de *trayectoria natural* de Nelson y Winter y su derivación: la *trayectoria tecnológica* de Dosi. Esta adyacencia es debida a dos hechos: primero, que una *trayectoria* esta formada por varias innovaciones (mutaciones) y por sus racimos de innovaciones menores que forman generaciones de conocimientos, las cuales dan las características de gradualidad y continuidad al cambio tecnológico<sup>77</sup>, y segundo, que esas innovaciones (mutaciones e innovaciones menores) han sido el fruto de la exploración de variaciones siguiendo sendas que han superado antes la prueba de su utilidad y funcionamiento. Tener presente este segundo punto es esencial, ya que es como opera el mecanismo de selección en la evolución de la tecnología. Dicho mecanismo de selección permite, tanto al innovador como al imitador, que no se investigue la

---

<sup>75</sup> Mokyr (1993), pp. 339-400 y 345. Este componente fortuito es la causa por la cual los procesos de evolución, tanto natural como tecnológica, no tienen porqué llegar a lo óptimo. Pensar que el *homo sapiens sapiens* es el óptimo actual de la evolución natural es tan egocéntrico como situar a la tierra en el centro del universo.

<sup>76</sup> Respecto a este punto véase Gould (1991). Asimismo, para los términos de bifurcación y catástrofe que se insertan en la teoría dinámica no lineal o "caos determinista", véase Stewart (1991) y Ruelle (1993).

<sup>77</sup> "Hasta ahora las innovaciones incrementales o las radicales son aún intuiciones, son conceptos mal definidos. Por una parte existen los cambios revolucionarios, por otro están los cambios a lo largo de trayectorias naturales como las sugeridas por Nelson y Winter." Durand (1992), p. 361.

totalidad de las posibles variaciones de una innovación (lo que llevaría a una evolución continua y gradual dominada por la Ley de Wolf), pues se selecciona el paso siguiente en función de los pasos anteriores y del *paradigma* constituido. En otras palabras, el aprendiz *selecciona* los conocimientos útiles según la cercanía de estos al *paradigma* que persigue, excluye los conocimientos que hayan quedado caducos con respecto al *paradigma*, y guarda, si es que hay posibilidad de hacerlo, las nociones demasiado avanzadas en espera de que sean útiles en el futuro<sup>78</sup>. Las características de gradualidad y continuidad, la existencia de mutaciones y la manera en que se realiza la selección en el cambio tecnológico determinan que la evolución de una tecnología pueda concebirse adquiriendo una forma de *trayectoria tecnológica*. Ello requiere una explicación más pormenorizada.

## **1.2 Trayectoria tecnológica, niveles de acercamiento tecnológico y mecanismo de selección (aprendizaje).**

La repercusión inmediata de la existencia de generaciones de conocimientos tecnológicos es que dan pleno sentido a los *paradigmas* y *trayectorias*, ya que estos se van configurando a partir de una acumulación de productos científicos, tecnológicos e industriales realizados en el pasado por los agentes que trabajaron en tareas científicas y técnicas<sup>79</sup>. Una representación hipotética de esta acumulación está simbolizada en la figura 1.1. La curva en forma de "S" es el ciclo de vida de una

---

<sup>78</sup> Como señala H. Rohrer (Premio Nobel de Física en 1986) no hay tecnología actual que no se base en la creación científica previa que, en ocasiones, es demasiado avanzada como para tener aplicación industrial. "Antes o después se necesitará lo que estamos investigando ahora." -*EL PAÍS*, sección Sociedad, 5 de octubre de 1993, p. 26- Resulta muy interesante el mecanismo de transmisión del conocimiento del maestro al aprendiz, entendidos ambos términos en un sentido muy amplio, pero aquí no entramos en su investigación. Para mayor información al respecto véase Mokyr (1993), p. 353 y Hull (1988).

<sup>79</sup> Como ya se ha señalado algunos economistas adoptan este punto de vista -Dosi, Nelson y Winter, Pavitt, Freeman, Rosenberg, Basalla- y defienden que, los procesos de investigación y desarrollo son acumulativos o por lo menos continuos, por tanto, lo que se puede esperar conseguir por medio de ellos en el futuro estará restringido por lo que se haya sido capaz de hacer en el pasado -Dosi (1982) y (1988); Freeman, Clark y Soete (1985); Basalla (1991); Freeman (1975); Nelson y Winter (1982); Pavitt (1984) y Rosenberg (1979) y (1982)-.

*trayectoria tecnológica* formada por una sola tecnología -*trayectoria* y tecnología no varían, se identifican una con la otra-. La *trayectoria* está formada por unidades de diverso grado de complejidad científica y tecnológica -productos científicos, tecnológicos e industriales-, que a su vez tienen el valor de ser innovaciones mayores o menores. La figura 1.1 también presenta en síntesis estas unidades, las cuales se han destacado con círculos y cuadrados inscritos a lo largo de la curva de la *trayectoria*. Cada círculo está dentro de una de las fases de madurez de la tecnología, y a la vez, representa un tipo de investigación. Así nos encontramos al inicio de la *trayectoria* los estudios que permite percibir y formular un problema de índole tecnológica (letra "E"), a continuación los productos científicos de investigación básica y aplicada (letras "pc"), los productos tecnológicos (letras "pt") y, por último, los productos y procesos industriales (letras "pi"). Hay que entender que toda la curva estaría formada por una cadena de estos círculos y cuadrados (los círculos representan actividades más científicas mientras que los cuadrados sirven para las actividades más industriales)<sup>80</sup>.

Todas las unidades se hallan situadas en la curva con respecto a una escala diferente de madurez científica y tecnológica (madurez en el sentido de la Ley de Wolf), representada por cuatro fases: introducción, crecimiento rápido, crecimiento lento y madurez<sup>81</sup>. A este esquema se han añadido los tipos de investigación y procesos de aprendizaje predominantes en cada fase: percepción y formulación, investigación básica, aplicada y de desarrollo y los aprendizajes (en el proceso de fabricación, por el uso, por el error previo y por la interrelación del usuario con el productor -recíproco-) y, por último, comercialización<sup>82</sup>. En la primera fase, la de

---

<sup>80</sup> "Al final del espectro de la investigación básica, el proceso de aprendizaje implica la adquisición del conocimiento relativo a las leyes de la naturaleza. Resulta que una parte de este conocimiento tiene aplicaciones útiles para la actividad productiva. Al final del desarrollo de I+D hay un proceso de aprendizaje que consiste en buscar y descubrir las características del diseño óptimo de un producto." Rosenberg (1993), pp. 125 y 126.

<sup>81</sup> Hasta aquí el esquema sigue la representación de Pérez y Soete (1988), fig. 21.2. Para una mayor información sobre las diferencias de cada fase véase Cainarca, Colombo y Mariotti (1992), pp. 49-52.

<sup>82</sup> En cada uno de los tipos de investigación el mecanismo de selección que opera es el descrito anteriormente de aprendiz y maestro, o si se quiere alumno y maestro.

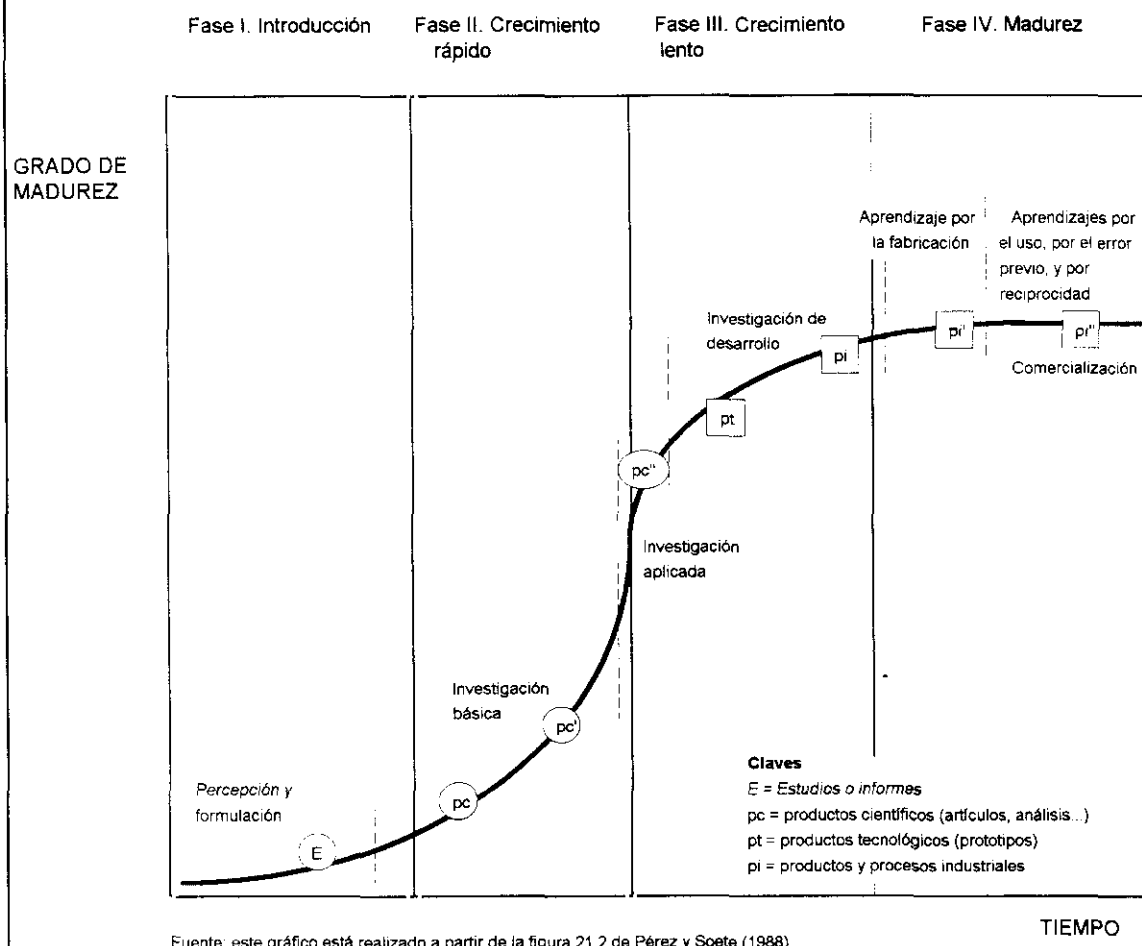
introducción, la actividad investigadora que prevalece está vinculada a los estudios e informes que sirven para percibir un problema tecnológico o un campo de investigación deficientemente explorado. La "E" de la figura 1.1 representará, por tanto, estudios, informes, descripciones y exploraciones<sup>83</sup>. Sólo al final de esta fase empiezan la investigación básica formada por estudios científicos que suponen nuevas formulaciones, principios y teoremas<sup>84</sup>. Tras la investigación básica seguiría la aplicada, caracterizada por el empleo de las formulaciones, principios y teoremas en problemas concretos encaminados a la resolución de problemas tecnológicos o industriales -"pc" a caballo entre la investigación básica y la aplicada-. A continuación se encuentra la investigación de desarrollo. Es la más amplia pues cubre conceptos tales como: prototipos, plantas y experiencias piloto, métodos de fabricación, mejoras de los productos y procesos, comienzo de la producción industrial, control de calidad, diseños, manuales e instrucciones y normas y marcas de calidad ("pt" en un sentido muy amplio). En la fase de madurez la investigación de desarrollo se conjuga con los procesos de aprendizaje debidos tanto a la realización industrial de los prototipos diseñados en la fase final de la investigación de desarrollo (transformación de "pt" en "pi"), como a la comercialización de los productos ya industrializados, y a la utilización de éstos por parte de los usuarios. Vuelven a aparecer tareas de las fases anteriores, como las mejoras de productos y procesos, la redacción de manuales e instrucciones de uso, así como de normas y marcas de calidad, que se modifican en el proceso de aprendizaje durante la fabricación, la comercialización y la utilización. Además, en esta fase aparecen los estudios de comercialización y prospectiva, así como las labores de reparación y servicio posventa. No hay que olvidar que desde el punto de vista tecnológico existe una continua *realimentación* en las fases finales entre los "pt" y los "pi".

---

<sup>83</sup> Esta fase corresponde a las premisas primera y segunda de la teoría de la invención de Usher -Usher (1954), pp. 53-86 y Basalla (1991), p. 38-.

<sup>84</sup> A partir de esta fase podrían darse las premisas tercera y cuarta de Usher.

**FIGURA 1.1. Ciclo de vida de una trayectoria tecnológica según los tipos de investigación y los procesos de aprendizaje en cada fase de su madurez.**



La distribución de los productos científicos, tecnológicos e industriales -"pc", "pt" y "pi"- que hemos presentado se ha resumido en el cuadro 1.1<sup>85</sup>. Aquí puede apreciarse como algunos de los denominados genéricamente "productos" se hallan en varias fases. Aparecen así porque el tipo de "producto" es el mismo, pero su complejidad científica o tecnológica no es necesariamente igual, ni tampoco su grado de madurez. El supuesto solapamiento es más notorio entre investigación de desarrollo y los procesos de aprendizaje. La diferencia clave es que cualquier

<sup>85</sup> Si se compara el cuadro 1 del presente estudio con la tabla 1 de Cainarca, Colombo y Mariotti - Cainarca, Colombo y Mariotti (1992), pp. 49-52- se observaran similitudes en las últimas fases, mientras que al principio, en la fase de introducción, la disimilitud es notable, porque el modelo de Cainarca, Colombo y Mariotti está diseñado desde la perspectiva de un análisis aplicable a empresas, y por tanto, no estudia la parte más científica de la tecnología.



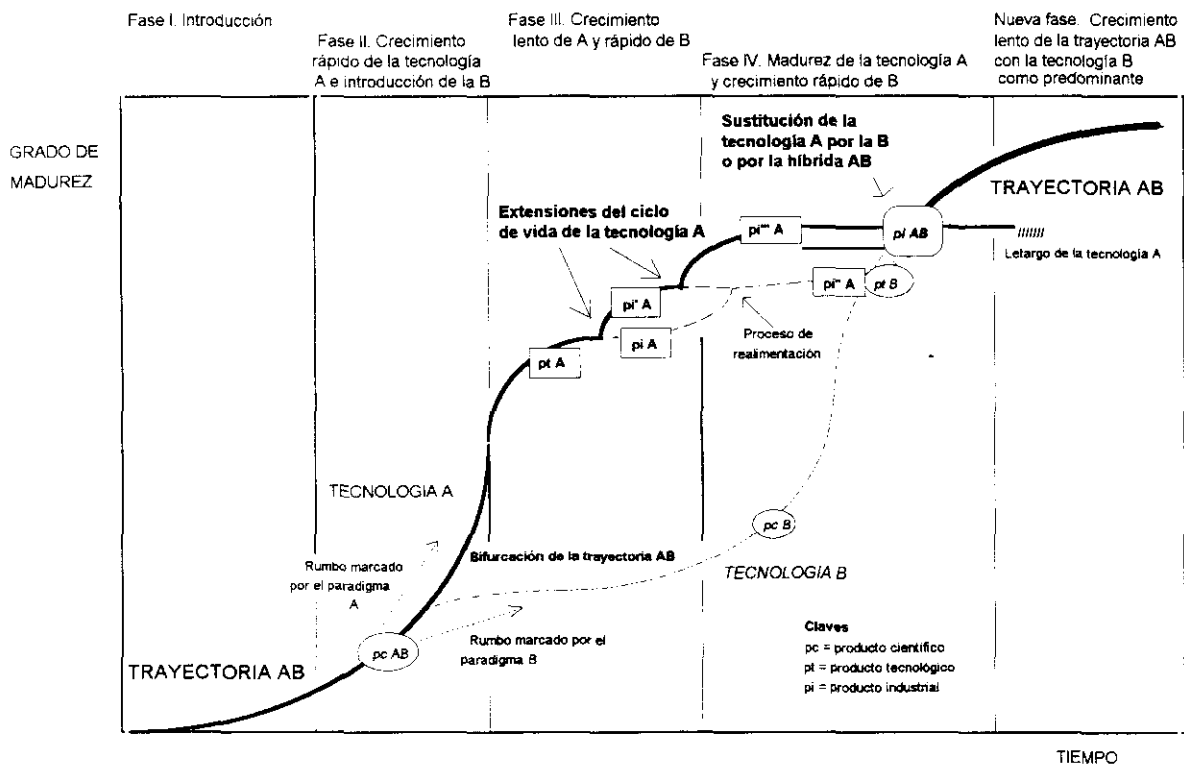
"producto" conseguido en la faceta investigadora de desarrollo se queda justo antes de la producción industrial. El corte en ocasiones no es limpio y son frecuentes los efectos de *realimentación* (aunque adelantando su explicación véase la figura 1.2 lo que se indica como Proceso de *realimentación*). Así por ejemplo suele darse el caso de que una empresa detecte que se puede mejorar parcialmente un producto ya industrializado (pi A en la figura 1.2), y que ante la incapacidad de desarrollarlo en sus instalaciones de producción sin la incorporación de personal de I+D, decida encargarlo a su departamento de I+D o a una empresa de ingeniería, mejorando ostensiblemente el producto hasta hacerlo tan competitivo como modelos más recientes (representamos este fenómeno con la curva de trazo discontinuo de pi A que enlaza con la fase de madurez del producto pi' A , dando origen a pi" A)<sup>86</sup>. En este caso esta mejora estaría integrada en la fase de madurez pero sería una tarea de investigación de desarrollo<sup>87</sup>.

---

<sup>86</sup> Las tareas de rediseño de un producto o proceso son frecuentes en la actividad tecnológica. R. Rothwell y P. Gardiner han estudiado este fenómeno, y señalan que a menudo un producto nuevo no lo es en todos sus aspectos, sino que más bien es un "rediseño" con determinadas novedades técnicas - Rothwell y Gardiner (1988), pp. 372-375.

<sup>87</sup> La asignación de los diferentes "productos" a los apartados de la contabilidad de las tareas de I+D puede realizarse siguiendo el manual de Frascati -OCDE-CDTI (1976) y las indicaciones de Freeman - Freeman (1975), Apéndice-.

FIGURA 1.2. Ciclo de vida de una trayectoria tecnológica con las principales fases de madurez y variaciones.



Fuente: este grafico está realizado a partir de las figuras 4, 5 y 6 de Keirstead (1948), 1 de Duijn (1981) y 21.2 de Pérez y Soete (1988).

En síntesis la figura 1.1 representa toda la serie de tareas de investigación y procesos de aprendizaje que aportan conocimientos más o menos complejos, más o menos maduros (detallados en el cuadro 1.1), que junto con las innovaciones mayores son los que forman la *trayectoria tecnológica*. Una vez llegados a este punto es importante retomar el concepto de *paradigma*. El *paradigma tecnológico* sería el conjunto, normalmente reducido de conceptos, innovaciones y mejoras que representan e indican el rumbo de la *trayectoria tecnológica*, y puede ser uno sólo de los "productos" (*e*, *pc* o *pi* en la figura 1.1) o varios. Al volver a recoger la idea de *paradigma* estamos planteando que, en algún momento, y a partir de la aparición de ciertos conceptos, innovaciones o mejoras se pueden abrir dos o más rumbos tecnológicos para una trayectoria, y que a partir de ese punto tendremos en una trayectoria varias opciones (que calificaremos con el término general de *variaciones* o *bifurcaciones*<sup>88</sup>) es decir, dos o más tecnologías sobre las que continuar (la figura 1.1 muestra una trayectoria de una sola tecnología, la figura 1.2 presenta una trayectoria de dos tecnologías -A y B- a partir del producto *pc AB*)<sup>89</sup>. De esta manera establecemos, que determinados conceptos asociados con conocimientos explícitos pueden ser el origen de una nueva tecnología (la *tecnología B* en la figura 1.2), o el nexo de unión de una tecnología, que había entrado en una larga fase de madurez, con otra emergente (producto híbrido *pi'' A* junto con *pt B* de la figura 1.2).

---

<sup>88</sup> El término de *variaciones* es el utilizado por J.J. van Duijn -Duijn (1981)- Por su parte la denominación de *bifurcaciones* viene de la teoría del caos -Gould (1991), Stewart (1991) y Ruelle (1993)-.

<sup>89</sup> Según T. Durand lo que aparecería sería un intersticio (*seam*) entre dos tecnologías que siguen conservando objetivos comunes, pero que evolucionan bajo supuestos diferentes. Por ejemplo: sistemas electromecánicos frente a electrónicos en telecomunicaciones -Durand (1992), pp. 362 y 363.

CUADRO 1.1. Distribución de los productos científicos, tecnológicos e industriales en función del grado de complejidad científica y tecnológica y de la madurez de la trayectoria tecnológica.

	Fase I Introducción	Fase II Crecimiento rápido	Fase III Crecimiento lento	Fase IV Madurez
Percepción y formulación	estudios, informes, descripciones	exploraciones y expediciones		
Investigación básica		formulaciones, principios y teoremas		
Investigación aplicada		empleo de las formulaciones, principios y teoremas en problemas concretos —————>	encaminados a la resolución de problemas tecnológicos o industriales.	
Investigación de desarrollo			prototipos, plantas y experiencias piloto, métodos de fabricación, mejoras de los productos y procesos, —————>	comienzo de la producción industrial, control de calidad, diseños, manuales e instrucciones y normas y marcas de calidad
Aprendizajes por la fabricación, por el uso, por el error previo y por reciprocidad, más comercialización				mejoras de productos y procesos, redacción de manuales e instrucciones de uso, normas y marcas de calidad, estudios de comercialización y prospectiva, así como las labores de reparación y servicio posventa.

Las *variaciones* en una *trayectoria* no sólo marcan el origen de una nueva tecnología, de hecho este fenómeno es infrecuente. Las *variaciones* más numerosas son las extensiones del ciclo de vida de la tecnología por la aparición de nuevos productos industriales de diferente complejidad y madurez tecnológicas (desde el punto de vista de la teoría del caos serían *bifurcaciones*), un tema, por otra parte, estudiado por la "Teoría del ciclo de vida del producto"<sup>90</sup>. En la figura 1.2 se presentan los tres tipos de *variaciones* principales que alargan el ciclo de vida de una *trayectoria tecnológica*, antes de que las tecnologías de las que se compone entren en una fase de madurez o de letargo: la bifurcación tecnológica (en sentido estricto), la extensión del ciclo de vida de la tecnología y la sustitución de una tecnología por otra<sup>91</sup>. J.J. van Duijn al inicio de los años ochenta exploró esas posibilidades bajo el concepto de "ciclo de vida de una innovación"<sup>92</sup>. Duijn defiende la existencia de cuatro fases en dicho ciclo: introducción, crecimiento, madurez y declive. Aunque Duijn sólo se ocupa de innovaciones, lo cierto es que las fases que presenta también son aplicables a las tecnologías, y por tanto, resulta evidente la similitud de sus divisiones con la esencia de la Ley de Wolf. De hecho Duijn vuelve a elaborar dicha ley, pero agregando un matiz harto interesante que traba la Ley de Wolf con la Teoría del ciclo de vida del producto de S. Hirsch y R. Vernon<sup>93</sup>.

---

<sup>90</sup> La Teoría del ciclo del producto fue expuesta por S. Hirsch y aplicada a temas de comercio internacional por R. Vernon -Vernon (1966) y (1979); Gruber, Mehta y Vernon (1967)-. Para una síntesis de los autores que dan origen a la Teoría véase Aquino (1978), pp. 23-57.

<sup>91</sup> Al respecto de la sustitución de una tecnología por otra cuando una de ellas llega a su límite de saturación o a su madurez véase Silverberg, Dosi y Orsenigo (1990), p. 83. Un modelo similar al expuesto puede encontrarse en Cainarca, Colombo y Mariotti (1992), pp. 46-52. Una interesante representación empírica puede verse en Kaplinsky (1983), fig. 3.

<sup>92</sup> Duijn (1981).

<sup>93</sup> "Los ciclos de vida habitualmente presentan una forma de "S", hasta su fase de declive, con un decrecimiento gradual en las tasas de producción [lo que expresado en otros términos sería la tercera ley de Wolf]. Aunque existen varias interpretaciones y aplicaciones de la curva de crecimiento en forma de "S", estas pueden reducirse a dos tipologías principales: la del límite de posibilidades para ulteriores perfeccionamientos técnicos habiéndose llegado a un cierto estado de la tecnología [Ley de Wolf en su sentido amplio], *versus* el límite de posibilidades para una posterior penetración en el mercado habiéndose llegado ya a una determinada tasa de penetración [Teoría del ciclo de vida del producto]. Ambas interpretaciones pueden aplicarse a un ciclo de vida de una innovación." Duijn (1981), p. 265. Al igual que en el caso de Mokyr tampoco Duijn cita directamente a Wolf, pero sus apreciaciones son ciertamente similares.

Alcanzado este punto podemos decir que tenemos una representación sintética de como evoluciona la tecnología. Un esquema interpretativo que no hay que olvidar, lo hemos hecho depender del concepto de *trayectoria tecnológica*. Este modelo puede complicarse si se van planteando los interrogantes precisos, el más revelador de los cuales surge al preguntarnos hasta qué punto este proceso de evolución de la tecnología es un fenómeno local o universal<sup>94</sup>. O dicho de otra forma, queda por conocer cómo responde el modelo al hecho de que países que no han influido en el pasado sobre una *trayectoria tecnológica*, consigan incorporarse a ella<sup>95</sup>. Esta cuestión arroja luz porque va al núcleo del problema de los países que se modernizan con retraso.

Para contestar a esta cuestión primero hay que saber por qué determinadas economías han sido capaces de generar un flujo continuo de tecnología y otras no, y sin embargo con el paso de los años algunas de estas últimas han conseguido acercarse, cuando no rebasar, a las primeras. La explicación más convincente es la de Mokyr. Este autor desmiente las teorías tradicionales sobre la causa del progreso tecnológico: la necesidad de solucionar problemas de escasez de recursos, la guerra vista como el aliciente fundamental para la renovación de las técnicas y la aparición de las innovaciones, la mejora de la nutrición, que permite utilizar el factor trabajo en la consecución de mejoras técnicas en vez de en la búsqueda de alimentos, la disposición a aceptar riesgos, el medio geográfico y, por último, los costes elevados en la mano de obra como aceleradores del progreso tecnológico<sup>96</sup>. En oposición a estas causas no universales, Mokyr sintetiza su teoría de la siguiente manera:

---

<sup>94</sup> Por supuesto hay autores como P. David que defienden lo que se conoce como *dependencia de la trayectoria*, que quiere decir que el cambio tecnológico tiende a ser local, ya que se subordina en primer lugar a su pasado, es decir, las economías más avanzadas se mantendrán a la cabeza del progreso. La posición antagónica es la Ley de Cardwell, una observación empírica que indica que ninguna economía ha sido el líder tecnológico durante un período históricamente largo. Esta polémica es recogida y analizada por Mokyr (1993), pp. 205-209 y 260 y siguientes.

<sup>95</sup> Como señala Mokyr -Mokyr (1993), p. 238- en el siglo XVII, "Inglaterra era considerada una sociedad atrasada que dependía de los extranjeros para su ingeniería y su industria textil; para el siglo XIX se había invertido el proceso."

<sup>96</sup> Mokyr (1993), cap. 7.

El progreso tecnológico depende del grado en que el *homo creativus* sea a la vez *homo economicus*<sup>97</sup>.

Desde esta perspectiva la cuestión ya no es por qué solamente en algunas economías aparecen las innovaciones -economías donde la creatividad humana es dirigida principalmente hacia objetivos prácticos-, sino por qué algunas sociedades levantan impedimentos culturales, sociales y legales a la posibilidad de innovar -economías donde la creatividad humana es dirigida hacia objetivos espirituales cuando no desperdiciada en fanatismos-. La respuesta más sencilla es que como las innovaciones pueden cambiar a la larga el orden social establecido, los que ocupan las posiciones dominantes dentro de éste se opondrán para sostener su superioridad. Esta respuesta es en extremo insubstancial, aunque sea cierto que siempre aparecen fuerzas conservadoras en las sociedades que paran su progreso tecnológico, pero como el propio Mokyr señala no hay "explicaciones breves, ni teoremas simples" para explicar el atraso tecnológico:

Es difícil pensar qué condiciones serían necesarias o suficientes para alcanzar un alto grado de creatividad tecnológica. Un gran número de factores sociales, económicos y políticos entran en la ecuación para crear un clima favorable al progreso tecnológico. Asimismo, puede ocurrir que un ambiente favorable sea insuficiente si no surgen nuevas ideas tecnológicas.<sup>98</sup>

Ante esta respuesta es evidente, que hoy por hoy, resulta importante realizar el mayor número análisis de casos, en los que determinadas economías hayan conseguido acercarse, en el sentido tecnológico, a las economías líderes. La cuestión no es saber la causa por la que se inicia el acercamiento -que como vemos sólo podemos intuir en términos generales-, sino el cómo. Respecto de esta nueva cuestión nuestro punto de partida está en lo que Newton dijera a Francis Aston: "la misión del viajero es aprender, no enseñar." D.S. Landes utilizó los consejos que diera Newton a Aston antes del viaje de éste hacia el Este, para señalar la disposición y el deseo de

---

<sup>97</sup> Mokyr (1993), p. 222.

<sup>98</sup> Mokyr (1993), p. 371.

los europeos por conocer los oficios y las artes de otras sociedades. La conclusión de Landes era rotunda: "los buenos innovadores son buenos imitadores."<sup>99</sup>

La polémica en torno a cómo una economía se acerca a otra en el plano tecnológico podría resumirse en una palabra: imitándola<sup>100</sup>. Sin embargo, la cuestión es más laboriosa a la hora de mostrar como una economía imita a otra en lo referente a la tecnología<sup>101</sup>. En primer lugar, porque una economía que quiere ponerse al día en tecnología suele imitar experiencias de muy diversos orígenes, ello es así por la propia composición de toda *trayectoria tecnológica* (el aprendiz estará mejor formado cuanto más y mejores maestros haya tenido). Para entender esta complicación del proceso hay que agregar un concepto del que aún no habíamos hecho uso: la *frontera tecnológica*.

Este concepto es sencillo y ha sido descrito por S. Gomulka. Para él la *frontera tecnológica* es el conjunto de métodos de producción existentes en un momento y espacio concretos, capaces de conseguir la mayor productividad en el mundo a la hora de realizar un producto determinado. Por tanto, Gomulka entiende que la *frontera* está constituida por los productos y servicios de una colección de empresas que son las líderes en la consecución de los mismos en el mundo<sup>102</sup>. La definición de Gomulka es un tanto restrictiva en comparación a la de Dosi, ya que concede tan sólo a la actividad productiva de las empresas la capacidad de lograr los hitos que van configurando una *trayectoria*<sup>103</sup>. Sin embargo, para Dosi la *frontera tecnológica* es simplemente el nivel

---

<sup>99</sup> Landes (1979), pp. 42-48.

<sup>100</sup> J.S. Metcalfe desarrolló el modelo de difusión como un modelo donde el imitador se ahorra los costes del aprendizaje por la fabricación realizando, lo que él denomina, *learning by observing* (aprendizaje por la observación). Es decir, el imitador estudia las experiencias del innovador y de los primeros que han adoptado la innovación, para aprender lo que debe evitar e imitar sólo lo adecuado -Metcalfe (1981), pp. 348-350-.

<sup>101</sup> Suele mantenerse que el que imita, imita porque se enfrenta a costes menores que el innovador. Este aserto no es absolutamente cierto. E. Mansfield, M. Schwartz y S. Wagner encontraron que en una muestra de 48 innovaciones, uno de cada siete imitadores tuvo costos superiores al innovador, debido a los conocimientos previamente acumulados en otros proyectos por parte del innovador -Mansfield, Schwartz y Wagner (1981), p. 337-.

<sup>102</sup> Gomulka (1990), p. 169.

<sup>103</sup> Las figuras 1 y 2 nos muestran unas *trayectorias* que son a la vez *fronteras tecnológicas*.



máximo, que toda tecnología alcanza dentro del conjunto de actividades económicas y tecnológicas caracterizadas por la utilización de esa tecnología<sup>104</sup>. En las definiciones de ambos autores es perceptible la idea de que la *trayectoria* está compuesta de aportaciones procedentes, en cada momento, de diferentes orígenes (para Gomulka de diferentes empresas), y que ello hace que la tarea de acercarse a la *trayectoria*, o a la *frontera*, por parte de otra economía, sea una labor de imitación de productos y procesos originados en una multiplicidad de instituciones, principalmente empresas. El concepto de *frontera tecnológica* está ligado, sobre todo desde la perspectiva de la economía que imita, al de *brecha tecnológica (technology gap)*, que es la distancia que separa un producto o servicio realizado con una tecnología superada, se entiende que por la que ahora es *frontera tecnológica*, del producto o servicio realizado con la tecnología que es actualmente la *frontera*.

Dos cuestiones se suscitan y deben ser detalladas a raíz de la introducción de los conceptos de *frontera* y *brecha*, para ello basaremos la explicación en la figura 1.3. La primera de las cuestiones es, que la economía que imita (en la figura 1.3 se trata de pc 1', pc 2', pt' y pi 2), imita productos y procesos concretos (pc 1, pc 2, pt y pi 1), y en el mejor de los casos intenta seguir *paradigmas*. Por tanto, no reproduce todos los pasos concatenados que han dado lugar al desarrollo histórico de una *trayectoria*, se "ahorra" los productos intermedios, los que no son indispensables en la concepción del *paradigma*, eso sí, a costa de la solidez y la diversificación de su *trayectoria*. Por fuerza ésta será discontinua, con períodos vacíos y conocimientos no alcanzados a su debido momento, que resultarán imposibles de paliar, a no ser que se haga un esfuerzo creciente y continuado en investigación y desarrollo, o que se promueva la realización masiva de contratos de transferencia de tecnología, o una combinación de ambos hechos. Desde esta perspectiva, debemos olvidar la representación de la *brecha tecnológica* como si de dos *trayectorias* paralelas se tratase. La segunda de las cuestiones es, que la *brecha tecnológica* se logra cerrar de forma paulatina

---

<sup>104</sup> Dosi (1984), pp. 17 y 40.

alcanzando diferentes *niveles de acercamiento tecnológico*, que van desde la utilización del producto o servicio a imitar, hecho relativamente sencillo, hasta la producción de innovaciones susceptibles de formar parte de la *frontera*, hecho inusual (los *niveles* para cada tipo de producto se han especificado en el margen derecho de la figura)<sup>105</sup>. Lógicamente, también en la consecución de los niveles de acercamiento tiene que haber un esfuerzo en investigación o la firma de contratos de transferencia. El cierre de la *brecha* se da cuando el conjunto de instituciones y empresas de un país, asociadas a una determinada *trayectoria tecnológica* consiguen realizar periódicamente innovaciones que se sitúan directamente en la *frontera* (pi 2 en la figura 1.3). Es en ese momento, cuando la economía pasa de imitadora a imitable, y su presencia en los indicadores bibliométricos para los productos científicos, de patentes para los productos tecnológicos, y de competitividad comercial de las exportaciones para los productos industriales, encuentra fácilmente una constatación.

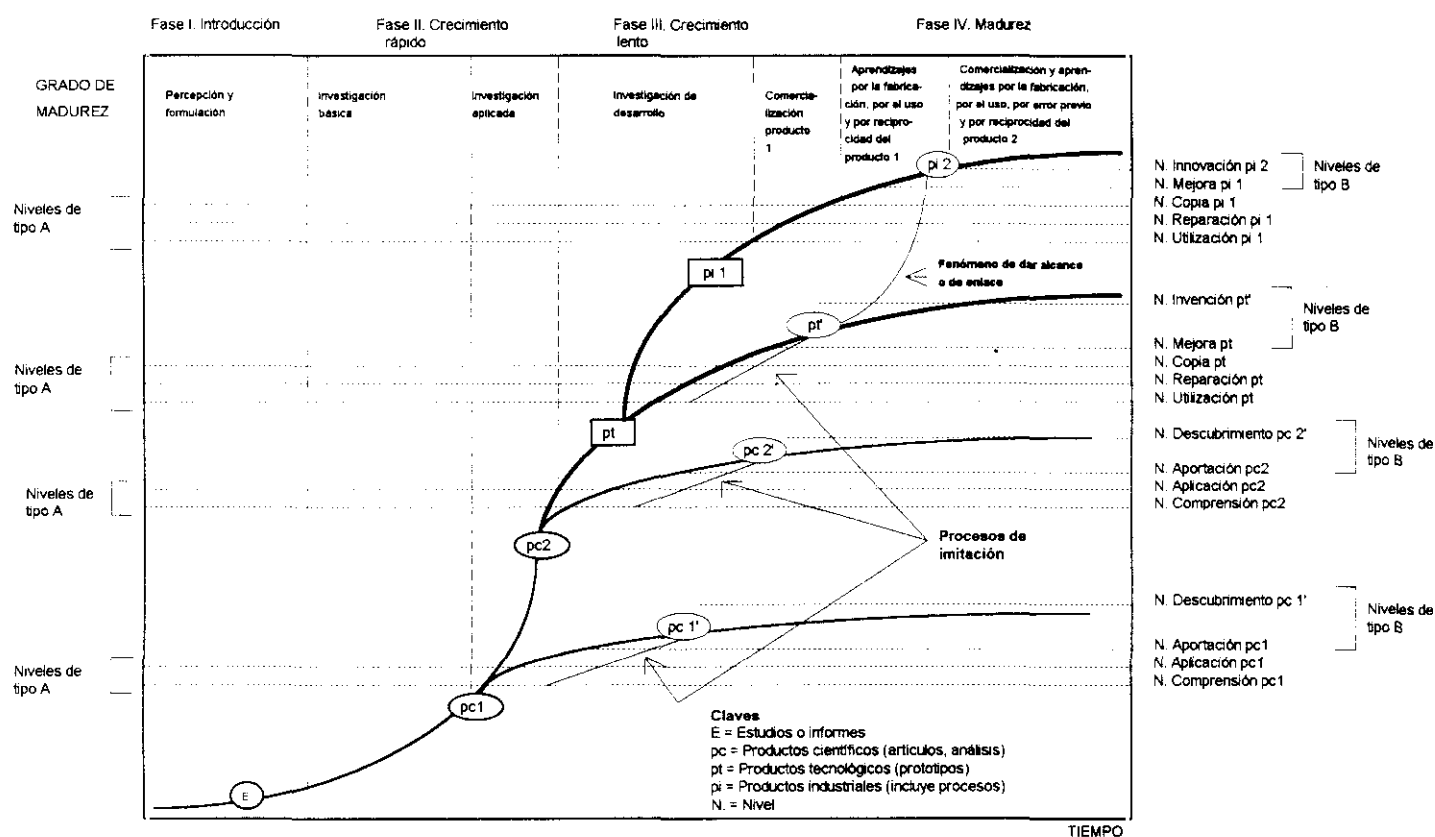
El cierre de la *brecha* está representado en la figura 1.3 por la línea de trazo fino indicativa de la existencia de un fenómeno de alcance (parte superior derecha entre pt' u pi 2). Si extraemos ese fenómeno y lo comparamos con el de proceso de *realimentación* de la figura 1.2, observaremos su evidente parecido<sup>106</sup>. En realidad se trata del mismo fenómeno, que es la consecuencia del mecanismo de selección en el cambio tecnológico, ya que el perfeccionamiento de un precedente común (la mejora que supone pt' con respecto a pt) permite lograr una innovación (pi 2).

---

<sup>105</sup> La importancia de estos niveles de aproximación tecnológica se expuso en un trabajo empírico de A. Gómez Mendoza y S. López García -Gómez Mendoza y López García (1992), pp. 168-171-.

<sup>106</sup> Los niveles de acercamiento que aquí estamos exponiendo pueden ser sustituidos por los patrones de "rediseño" fijados por Rothwell y Gardiner -Rothwell y Gardiner (1988), p. 375-

**FIGURA 1.3. Ciclo de vida de una trayectoria tecnológica con las principales fases de madurez, tareas de investigación, procesos de aprendizaje y niveles de acercamiento tecnológico.**



Fuente: este gráfico está realizado a partir de las figuras 4, 5 y 6 de Keirstead (1948), 21.2 de Pérez y Soste (1988) y 1 de Duin (1981).

Básicamente la explicación del modelo de la *trayectoria tecnológica* está concluida, pero antes dijimos que el acercamiento tecnológico se puede representar en una serie de niveles. Dichos niveles de acercamiento son diferentes cuando lo que se trata de imitar es, o bien un producto científico, o bien uno tecnológico, o bien uno industrial. En la figura 1.3 se han representado los principales niveles en relación a los distintos tipos de productos. Para todos los bienes rige el principio de que existen dos tipos de niveles: los necesarios pero insuficientes para lograr el acercamiento tecnológico (en la figura 1.3 se agrupan como niveles de tipo A, y se denominan como: de compresión, de aplicación, de utilización, de reparación y de copia), y los que realmente permiten el acercamiento (en la figura 1.3 se aglutinan bajo el apelativo de niveles B, y se designan como: de aportación, de descubrimiento, de mejora, de invención y de innovación).

Por debajo de los niveles A de la figura 1.3 no hay base alguna que permita un acercamiento científico, tecnológico o industrial. Los niveles A de acercamiento en los productos científicos son tres. Primero, el nivel más bajo, que es el de compresión (véase en la figura 1.3 los niveles en el margen derecho de los pc 1 y pc 2), que se logra cuando una masa crítica de personas ha estudiado y comprende determinados conceptos, fórmulas y principios científicos. Este nivel se puede considerar plenamente logrado cuando dichos conceptos, fórmulas y principios son impartidos y estudiados al menos en los cursos superiores de las universidades. El siguiente nivel es el de aplicación. Se trata del nivel en el que los conceptos, fórmulas y principios son empleados para el estudio de problemas locales. Su importancia será mayor cuanto menos imitativa sea la aplicación de la que se hace en el resto del mundo, pero sin caer en una excesiva especialización.

Tanto para los productos tecnológicos como para los industriales los niveles A son los mismos. El inferior es el de utilización. Se entiende que el primer paso para imitar un producto es saber como funciona, no es otra cosa que el aprendizaje por el

uso. Un buen indicador del nivel de utilización se obtiene revisando la producción de normas y marcas de calidad. Representa de manera aceptable el hecho de que determinados productos son entendidos y se están utilizando. El siguiente nivel es el de reparación. Tal vez este nivel junto con el siguiente, el de copia, son los que menos explicación necesitan, tanto por la tarea que implican, como por su valor como medio para permitir un proceso de imitación ulterior. Ambos suponen la reproducción clónica, más o menos artesanal, del producto a imitar. Una es una reproducción parcial (la reparación) y la otra total (la copia). Al igual que el nivel de uso es similar al proceso de aprendizaje por el uso, también podemos establecer una semejanza entre el nivel de copia y el proceso de aprendizaje del tipo del aprendizaje en el proceso de fabricación.

Los niveles de tipo B son los que realmente permiten el acercamiento a la *frontera tecnológica*. En los productos científicos distinguimos dos niveles: el de aportación y el de descubrimiento (véase figura 1.3). El primero suele ser frecuente en cuanto la comunidad científica de un determinado país alcanza un grado mínimo de internacionalización. Dicho grado se logra, por ejemplo, con la permanencia de becarios durante varios años en el extranjero hasta superar la realización de tareas rutinarias en el grupo de investigación a los que están adscritos. Se trata del nivel en el que los científicos mejoran los análisis y desvelan los fallos de anteriores formulaciones y principios, pero no presentan nuevos tipos de análisis o teorías, esto ya sería del nivel de descubrimiento. Si las aportaciones o los descubrimientos son tan importantes como para formar parte del *paradigma* de una tecnología, y la comunidad científica es lo suficientemente grande e internacionalizada, y la *trayectoria* o la tecnología está en sus inicios, entonces se puede dar ya un fenómeno de alcance.

Los niveles de tipo B con respecto a los productos tecnológicos son dos: el de mejora y el de invención. Alcanzar el nivel de mejora representa poder realizar el enlace con la *frontera tecnológica*. Cuanto menos localista y especializada sea la

mejora más posibilidades tendrá de incorporarse a la *frontera*. Igual sucede con la invención. Por último, y con respecto a los productos industriales los niveles de tipo B también son dos: el de mejora y el de innovación. Lógicamente con el de mejora nos encontramos con un fenómeno igual al de su homónimo para los productos tecnológicos. El que es diferente es el de innovación, pues alcanzar este nivel es haber conseguido enlazar con la *trayectoria* o la tecnología. El nivel de innovación viene dado cuando se consigue comercializar un producto claramente superior en prestaciones al precedente (pi 2 con respecto a pi 1 en la figura 1.3). Es en este tipo de modelos donde se aprecia, que la consecución de una innovación es en cualquier caso un proceso acumulativo y evolutivo, pero no lineal, debido al mecanismo de selección del cambio tecnológico<sup>107</sup>.

Ante la figura 1.3 caben hacer tres apreciaciones. La primera está en relación con la figura 1.2. Tanto los procesos de imitación como los fenómenos de dar alcance o de enlace pueden ser asumidos como una variación más del modelo de Duijn, ello es cierto, y supone un fuerte punto en contra de las posiciones más extremas de crítica por parte de los economistas de "la dependencia tecnológica". La segunda es una consideración relevante a la hora de utilizar el modelo en análisis empíricos. Se trata de tener en cuenta que el modelo expuesto debe aplicarse teniendo muy presente la escala industrial en la que se da el proceso de imitación, por tanto, esta advertencia rige especialmente en los procesos de imitación de los productos industriales y en especial en los sectores económicos concentrados en pocas empresas de gran tamaño<sup>108</sup>. No es lo mismo copiar un producto de forma artesanal, que realizarlo a escala industrial. Lo primero no deja de ser en cierto sentido una "maqueta" a tamaño natural de un producto, mientras que lo segundo es una auténtica réplica, que muestra las posibilidades reales de una economía para imitar un

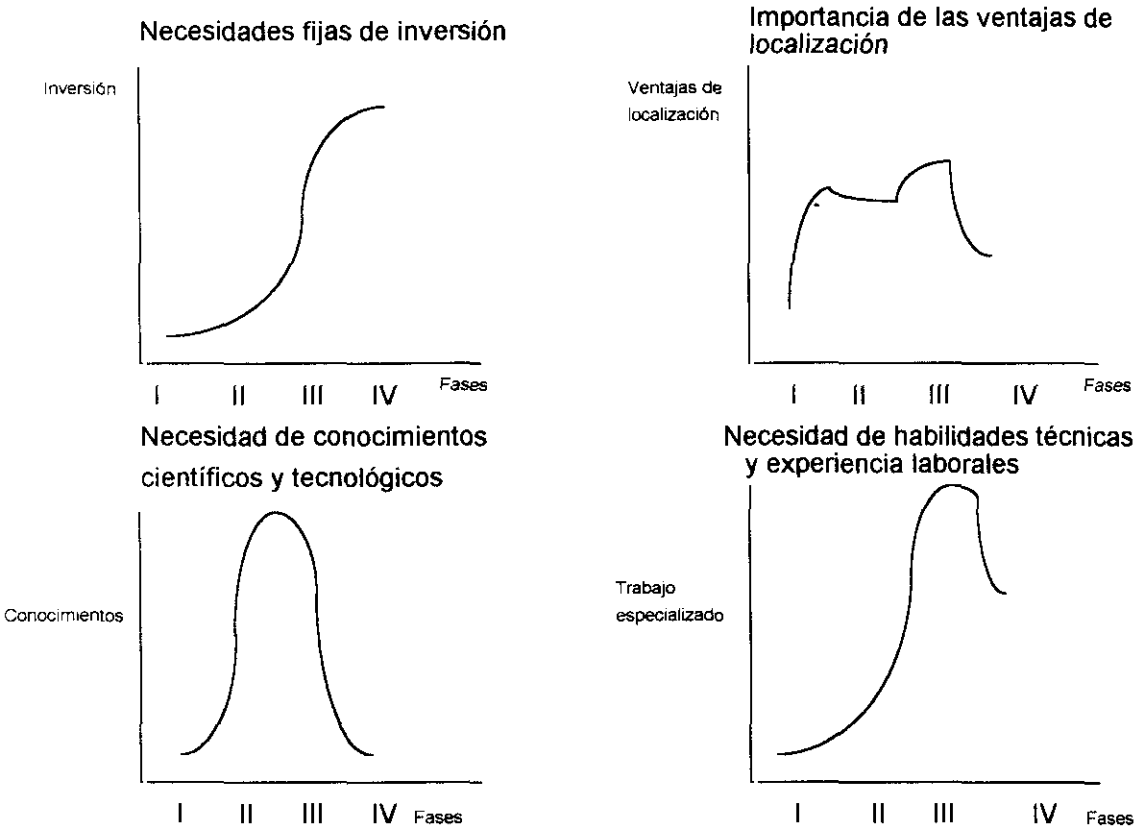
---

<sup>107</sup> El imitador no imita toda una *trayectoria* sino sólo su *paradigma*. El imitador a menudo realiza los mismos pasos que el innovador sólo con respecto al producto, proceso, investigación, equipamiento o comercialización que desea imitar -Mansfield, Schwartz y Wagner (1981), p. 912-, pero no imita *trayectorias* ni tecnologías.

<sup>108</sup> Mansfield, Schwartz y Wagner (1981), p. 914.

determinado producto industrial. La tercera apreciación merece un tratamiento más detenido, pues plantea que, una vez conocido el cómo se imita es necesario saber cuándo es mejor imitar, o lo que es lo mismo, conocer las variaciones en los componentes del coste de enlazar con una *trayectoria* en función de las fases de madurez del ciclo de vida de ésta.

**Figura 1.4. Variaciones en los componentes del coste de entrar en función de las cuatro fases del ciclo de vida de una trayectoria tecnológica.**



Fuente: gráficos realizados a partir de la figura 21.3 de Pérez y Soete (1988).

Como hemos visto el imitador no se enfrenta a la reproducción de la misma *trayectoria* que los innovadores, tiene la posibilidad de imitar un producto invirtiendo menos dinero y trabajo que el innovador original. Puede incorporarse a la *trayectoria*

en diferentes fases de madurez en función de sus propias facultades y de su particular estrategia, sabiendo que el coste de entrar en uno u otro momento varía. Si volvemos a la figura 1.1 (utilícese también el cuadro 1.1) y hacemos una superposición imaginaria de la curva de la trayectoria sobre los cuatro gráficos de la figura 1.4, obtendremos una imagen aproximada de como los diferentes costes afectan al imitador a la hora de acercarse a una *trayectoria*.

En la primera fase, la de introducción, las necesidades de inversión son pequeñas, puesto que se requiere poco dinero para la redacción de estudios, informes y descripciones. Las ventajas de la localización juegan en esta fase una importancia que se podría denominar "potencial", pues en los estudios preliminares y dependiendo del tipo de producto que se quiera producir o imitar, la localización del centro que vaya a realizarlo juega un papel relevante. Así por ejemplo, si lo que se quiere es conseguir mejorar la calidad de los aceites de oliva, lo lógico será que en los estudios preliminares se señale una zona olivarera como una región propicia para instalar un centro de investigación o una planta industrial. Las necesidades de conocimientos científicos y tecnológicos serán altas, y aumentarán rápidamente en cuanto se entre en las primeras investigaciones de carácter básico. Por último, las exigencias con respecto a las habilidades técnicas y la experiencia laboral son reducidas. Ante esta situación queda claro que el entrar en una línea de investigación en la primera fase será relativamente factible. En buena medida todo depende de lo al día que se esté con respecto a los proyectos que se llevan a cabo en otros países. Un buen estudio será el que sepa determinar la conveniencia de iniciar una línea de investigación en relación a la futura competencia con líneas similares en el resto del mundo. Indudablemente, si la economía local ofrece alguna ventaja comparativa por su ubicación y cuenta con un grupo de científicos cualificados, la opción de emprender un proyecto de investigación tendrá más sentido que si no es así. Aparentemente entrar en esta fase es sencillo si se conoce a los futuros adversarios, pero la perspectiva de la siguiente etapa puede desanimar.



En la segunda fase las necesidades de inversión crecen a un ritmo alto, las ventajas de localización siguen siendo "potencialmente" importantes, aunque si se trata de investigaciones relacionadas con exploraciones terrestres, marítimas o espaciales llega a ser determinante. Además, es el momento en el que se precisa un personal científico altamente cualificado y, en una cantidad suficiente como para continuar el mayor número de líneas de investigación aparentemente prometedoras, aunque al final puedan ser auténticos atolladeros (una característica más del proceso de selección del cambio tecnológico). La demanda de personal técnico evoluciona lentamente, aunque si se trata de diseños esencialmente mecánicos puede aumentar rápidamente. En esta fase las barreras de entrada son ya altas. Los países con una arraigada tradición científica pueden aventurarse sin demasiados problemas, para el resto, primero habría que haber seguido o bien una política de becarios en el extranjero, que deberían estar volviendo en ese momento, o una política de importación de científicos, ingenieros y técnicos extranjeros. En síntesis, un aumento de las opciones tecnológicas con un alto grado de inseguridad en los resultados finales de muchas de ellas. Pero de no ser así, los proyectos de investigación que se pusieran en funcionamiento tendrían un marcado carácter aplicado y localista. Es un tiempo complicado para los imitadores que no hayan planificado previamente sus objetivos. Las improvisaciones terminarían resultando costosísimas, bien por que se pierden oportunidades al quedarse realizando tareas aplicadas y de repercusión local, bien porque se gasta demasiado en becas o en importación de capital humano en tecnologías que, tal vez, la economía local no puede luego utilizar o asimilar<sup>109</sup>.

En la tercera fase las necesidades de inversión se incrementan fuertemente, a veces no tanto por su cifra global, como por los plazos de tiempo en los que deben

---

<sup>109</sup> Un caso particular de elevado costo producido por la falta de continuidad en una política de I+D ha sido estudiado por S. López García en la ponencia "La Compañía Telefónica de España 1970-1982: La oferta de la Red Especial de Transmisión de Datos", *Actas del V Congreso de la Asociación de Historia Económica*, San Sebastián, 29 sep.- 1 oct., 1993, vol. 1, pp. 139-154.

realizarse. Las ventajas de localización son fundamentales. El emplazamiento de los laboratorios y las plantas semiindustriales son decisiones que, si son mal tomadas, contraerán graves perjuicios. Es el período de las máximas necesidades de conocimientos científicos y tecnológicos, pero además es en esta fase cuando los científicos, los tecnólogos y los técnicos deben conjugar sus saberes y trabajar en equipo, a menos que exista un sistema de información muy eficaz que transmita los trabajos de unos a otros. Como vemos ésta es la etapa donde el capital humano es el factor principal. Su cuantía y su estructura (científicos, tecnólogos, técnicos y trabajadores cualificados) determinarán las posibilidades tanto del innovador como del imitador.

La cuarta fase necesita fuertes inversiones. Es el momento de pasar de las instalaciones de laboratorio y semiindustriales a las industriales, por tanto, la modernidad de éstas y del capital fijo acumulado supondrán un factor decisivo, de lo contrario habrá que realizar fuertes inversiones. Las ventajas de la localización jugarán en este período en favor, pero sin ser determinantes, del lugar que ofrezca una mayor cercanía de materias primas que componen los prototipos, o de la vecindad con un centro académico que provea de investigadores y técnicos, o de la proximidad de industrias relacionadas con la tecnología básica de los proyectos de investigación, pero su importancia será menor que lo era en la fase tercera. La exigencia de científicos y tecnólogos descenderá cuanto más normalizada esté la producción en cadena. Igual sucederá con los técnicos y personal cualificado, que verán disminuir sus probabilidades de aportar mejoras al producto, ante las rigideces que ocasionan las cadenas de montaje y la obtención de economías de escala.

Las fases primera y cuarta se adivinan como las más factibles a la hora de incorporarse a una *trayectoria tecnológica*, o al menos de intentar imitarla. Pero, entrar en una u otra fase es muy diferente. En la primera el desconocimiento de como va a evolucionar la *trayectoria*, y lo que ello representará en términos de gasto económico y

necesidades de personal científico y técnico en el futuro, juega en contra del simple imitador, a no ser que siga una política de presupuestos consecuente<sup>110</sup>. Aparentemente, la "ventana" abierta al imitador está en la fase de madurez. Pero esto no es tan sencillo. Acceder en uno u otro momento no es sólo el fruto de una decisión en función de los componentes de los costes de entrar (reflejados en la figura 1.4). Esto exclusivamente sería posible si cada producto fuese independiente, es decir, un hecho aislado; mas la realidad es otra, lo que se imita son *paradigmas*, y por tanto el fenómeno de enlace vendrá dictado, principalmente, por la propia evolución del *paradigma* y, secundariamente, por las posibilidades del imitador de hacer frente a los componentes del coste de entrar. Aún hay que ir más lejos. Al ser los *paradigmas* los que se imitan, es la naturaleza de cada *paradigma* la que dictará la estructura de los costes. Cada *paradigma* será un caso particular, y podrán hallarse desde los muy asentados en ciencia básica, hasta los que se fundamentan en conocimientos aplicados. En función de la naturaleza del *paradigma tecnológico* algunas de las fases de la *trayectoria* pueden ser mínimas. Los gráficos de la figura 1.4 sólo son válidos para una *trayectoria* como la de la figura 1.1<sup>111</sup>. Por ello, cada caso de establecimiento o imitación de un *paradigma* debe ser estudiado individualmente. Ahora bien, no hay que olvidar al realizar estos análisis específicos que el objetivo es reconocer las conexiones entre el cambio tecnológico y el crecimiento económico, y que por tanto, interesará saber cuales son los costes que mejor puede soportar una economía en función de los *paradigmas* que desea imitar<sup>112</sup>.

---

<sup>110</sup> Un ejemplo sería la industria aeronáutica española en los años veinte -Gómez Mendoza y López García (1992)-.

<sup>111</sup> Así por ejemplo si hubiéramos seguido el modelo de Cainarca, Colombo y Mariotti -Cainarca, Colombo y Mariotti (1992), pp. 46-52-, que está más ligado a la actividad innovadora que se da únicamente en la empresa, tendríamos unas representaciones gráficas diferentes.

<sup>112</sup> "El potencial para que se de un proceso de acercamiento tecnológico permanecerá, en cualquier caso, sujeto a muchos de los diferentes umbrales de los niveles [niveles de madurez tecnológica] y a los componentes de los costes de entrada (...) Las ventajas de localización y de infraestructuras no caen del cielo, ni dan una particular dotación de recursos para el país en lo referente al personal científico y técnico ni a las habilidades del mismo. Todo ello es por contra el resultado de un desarrollo histórico previo, más unos recursos naturales y unos factores sociales, culturales y políticos. Además, dependiendo de la naturaleza del nuevo paradigma, este resultar excelente, muy bueno, malo o, lamentablemente, inadecuado para un país en particular. Al mismo tiempo, si se ha alcanzado alguna ventaja gracias a las nuevas oportunidades y a las condiciones favorables, no obstante, se requiere la capacidad para apreciarlo, la competencia y la imaginación para intentarlo y una estrategia adecuada, así como contar con unas condiciones sociales y una política para llevarlo a cabo." Pérez y Soete (1988), pp. 477-478.

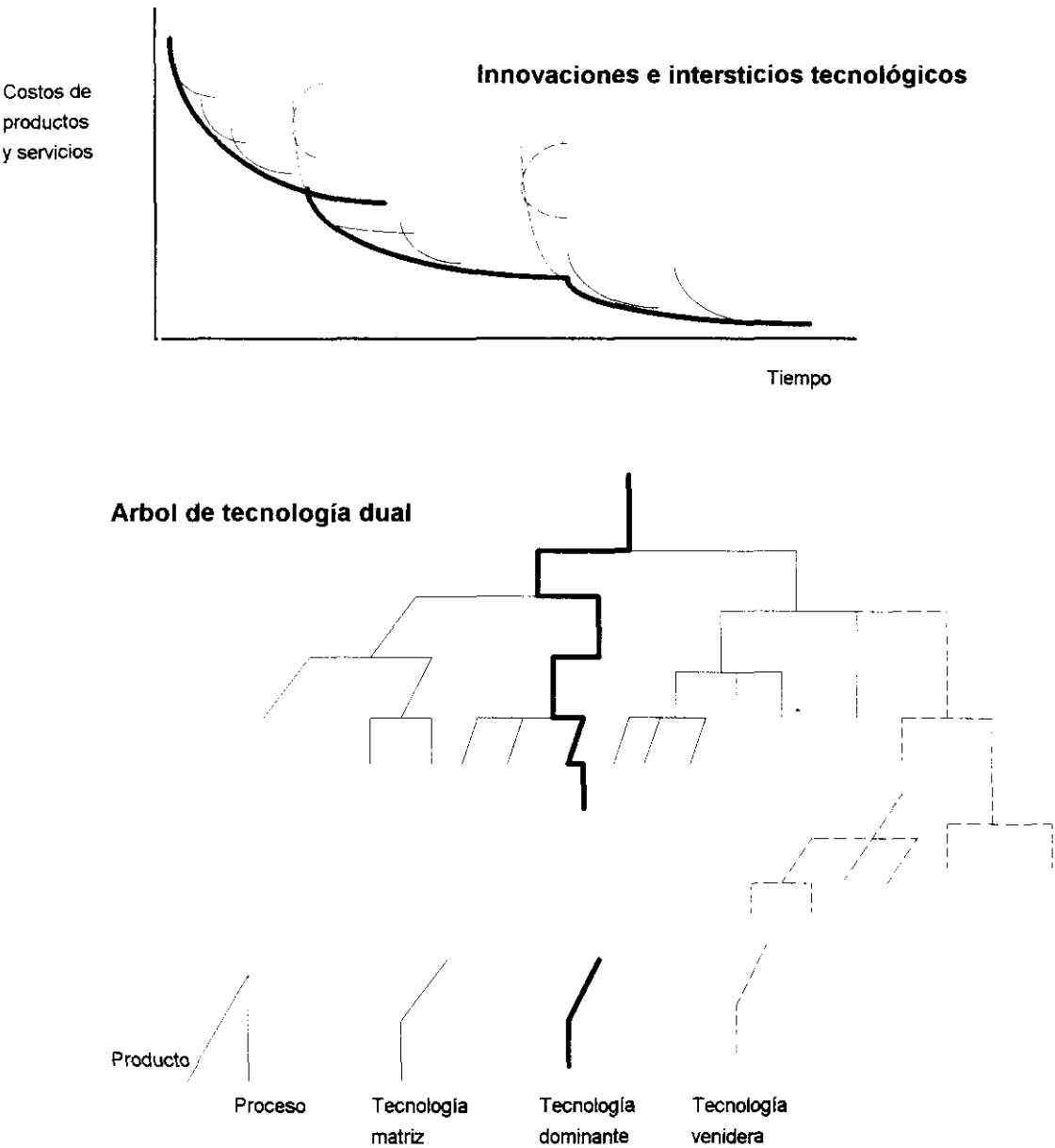
Sobre la base teórica que acaba de exponerse se fundamenta la investigación empírica que constituye el objeto de esta tesis doctoral, pero antes de pasar a su exposición, cabe hacer una última comparación que sirve a la vez de conclusión de este capítulo.

El modelo presentado en esta investigación es similar al de T. Durand<sup>113</sup>. Ambos utilizamos el concepto de *trayectoria tecnológica* de G. Dosi, pero Durand es más crítico con respecto a la noción de *paradigma*. El prefiere usar su propia idea de *intersticios tecnológicos* (*technological seams*), con la que expresa que en determinados momentos y debido a innovaciones más o menos radicales, aparece una tecnología dominante y otra inferior, que permanecen unidas como en una costura, pero siendo dos piezas diferentes. Ambos nos enfrentamos al mismo problema: cómo representar las secuencias del cambio tecnológico de forma gráfica. Durand opta por realizarlo por medio de curvas cóncavas, porque en su eje de ordenadas sitúa el costo de los servicios y productos que examina (véase la figura 1.5). Así por ejemplo, al estudiar la historia de la producción de insulina señala que en 1923 el costo diario del tratamiento era muy superior al de 1990 en dólares constantes de ese año. Sin embargo, en la presente tesis sitúo en el eje de las ordenadas el grado de madurez de la tecnología (véase la figura 1.6), con lo que los costos de mejorar la tecnología serán crecientes, según la Ley de Wolf, haciendo que la representación sea en forma de "S" (figuras 1.1, 1.2, 1.3 y 1.6). De cualquier forma, uno y otro tipo de curvas muestran lo mismo.

---

<sup>113</sup> Durand (1992).

**FIGURA 1.5. Esquemas del progreso tecnológico según T. Durand**



Fuente: Durand (1992).

A partir de este punto surgen nuevas diferencias que no son fundamentales a la hora de representar el cambio tecnológico. Durand, partiendo del "modelo de innovación de producto y proceso" de W.J. Abernathy y J.M. Utterback<sup>114</sup>, plantea

<sup>114</sup> Utterback y Abernathy (1975).

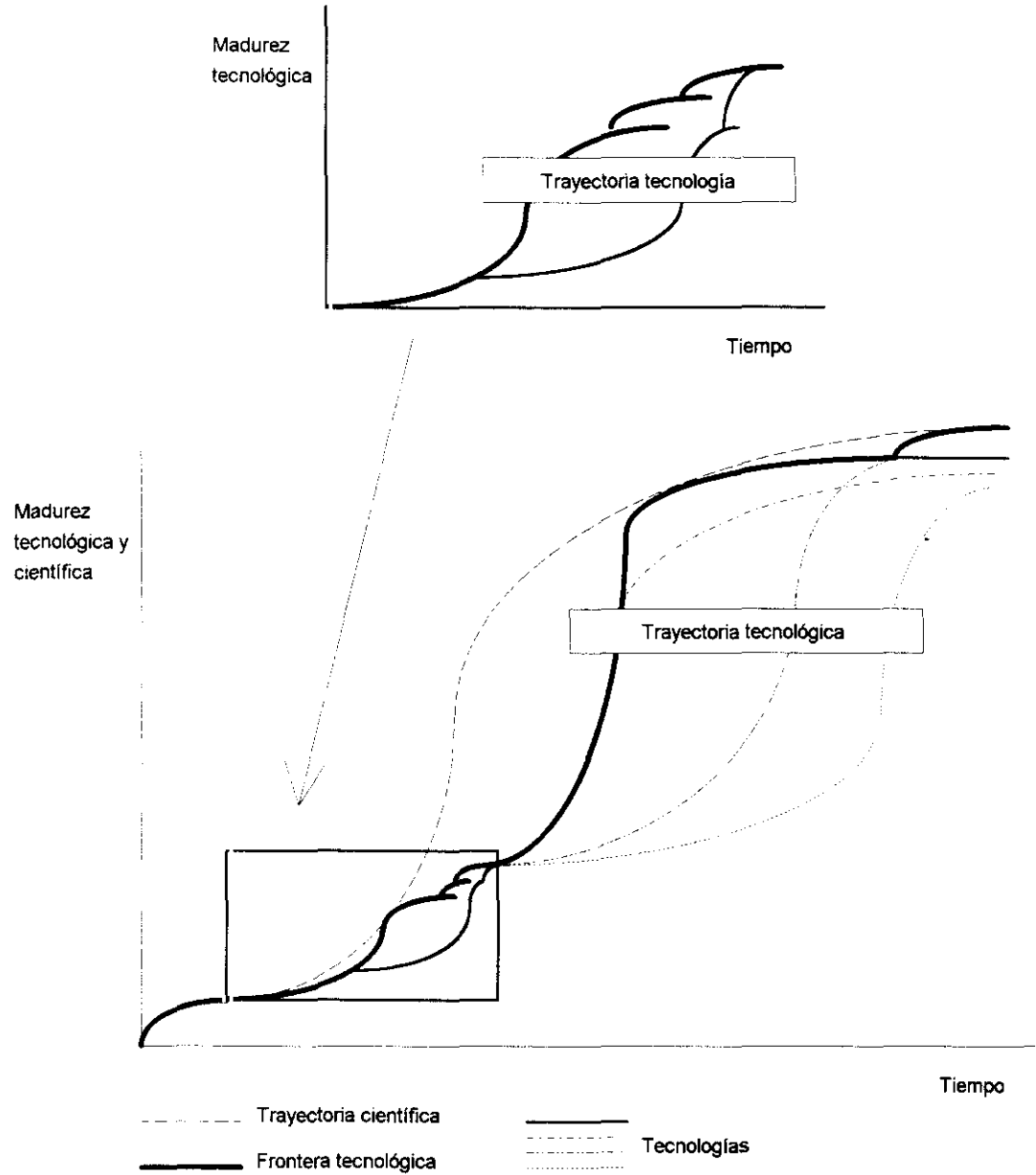
una representación que denomina "El árbol de tecnología dual" (véase la figura 1.5). Por mi parte, lo que hago es continuar el tipo de representaciones en forma de "S", propias de los ciclos de vida de los productos y las tecnologías, interpretando las propuestas por Wolf, Keirstead, Hirsch, Vernon, Duijn y Pérez y Soete (véase la figura 1.6). Si se intenta hacer una figuración como la de Durand, lo que se lograría sería una imagen muy parecida a la que A.L. Kroeber designara como árbol de los artefactos culturales, caracterizado por la fertilización por cruces de las diferentes tecnologías<sup>115</sup>.

Por ultimo, la he intentado representar el fenómeno del acercamiento tecnológico por medio de los niveles de complejidad a la hora de copiar al innovador (figura 1.3). Además este fenómeno es estudiado en relación a los costes de entrar en una u otra fase del ciclo de vida de una *trayectoria tecnológica*. Esta última aportación es la que diferencia verdaderamente un modelo del otro.

---

<sup>115</sup> Basalla (1991) p. 170 y Mokyr (1993), p. 348.

**FIGURA 1.6. Representación de una trayectoria tecnológica según el ciclo de vida de las tecnologías.**



## **CAPITULO 2. INSTITUCIONES OFICIALES DE INVESTIGACION CIENTIFICA APLICADA ANTES DE LA GUERRA CIVIL.**

Para una referencia del desarrollo de las instituciones de investigación aplicada en España antes de la creación del Patronato "Juan de la Cierva" en 1939, resulta indicado presentar la imagen al final del período que abarca esta parte del trabajo.

En el año 1946 M. Lora Tamayo, catedrático de la Universidad de Madrid, publicó un extenso artículo sobre la organización de la investigación científica en España<sup>116</sup>. Centró su exposición en la reorganización de uno de los seis patronatos que integraban el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el Patronato "Juan de la Cierva". Según su nuevo Reglamento, el Patronato contaba con una Junta de Gobierno que agrupaba a destacados representantes de las universidades, las escuelas de ingenieros, la banca y los organismos del Estado encargados de la política económica. La Junta tenía que hacer posible el imperativo, señalado por Lora Tamayo, de "mejorar el rendimiento económico de la riqueza nacional", y para ello lo primero que se hizo fue fijar unos objetivos a través de las líneas de investigación propuestas por unas comisiones de expertos denominadas Comisiones Técnicas Especializadas.

Los trabajos preliminares de las Comisiones sirvieron para decidir cuales debían ser los primeros objetivos a cumplir:

1º) desarrollo de la agricultura, silvicultura y pesca (que contaba con las comisiones de Química Forestal, Aprovechamiento Industrial de Productos del Mar, Fertilizantes y Aprovechamiento de Productos del Campo y Aceite),

2º) promoción y desarrollo de la industria y la minería (Mineralogía y Metalurgia),

3º) promoción y utilización racional de la energía (Combustibles) y

---

<sup>116</sup> Lora Tamayo (1946).



4º) condiciones de trabajo y normalización (Organización Industrial y Normalización)<sup>117</sup>.

Para llevar a cabo estos objetivos el Patronato "Juan de la Cierva" contaba con una partida de 16 millones de pesetas provenientes de los Presupuestos Generales del Estado para el año 1946. Con esta cifra, el Patronato igualaba su presupuesto al del resto del CSIC. El Gobierno había apostado por una política científica en la que el protagonismo de la investigación aplicada y de desarrollo experimental, fuera superior que el del papel encomendado a la investigación en las ciencias básicas.

De la lectura de este artículo se desprende que en 1946 la investigación técnica contaba con unas instituciones sólidas y nuevas. Omite las referencias al pasado inmediato, y más aún, al anterior a la guerra civil<sup>118</sup>. Todo ello plantea una serie de interrogantes tales como:

- 1ª) dilucidar hasta qué punto este apoyo a la investigación aplicada era una novedad en el sistema científico español,
- 2ª) comprobar si los objetivos iniciales se mantuvieron en los años siguientes, y
- 3ª) confirmar si el Patronato "Juan de la Cierva" ayudó a mejorar el rendimiento económico del aparato productivo nacional.

En el presente capítulo intentaré contestar a la primera de estas preguntas. Resulta esencial resolver dicha cuestión para evitar presentar la política científica franquista y sus logros como si hubieran surgido de la nada y, además, con un ímpetu inusitado. La búsqueda de los orígenes de la política científica de apoyo a la investigación aplicada y de desarrollo industrial se transforma así en un objetivo prioritario para situar en su lugar al Patronato "Juan de la Cierva", antes de analizar su repercusión en la actividad económica española.

---

<sup>117</sup> Las líneas de investigación fijadas por las Comisiones Técnicas Especializadas han sido catalogadas según la clasificación de objetivos de la investigación y el desarrollo del "Manual de Frascati" —OCDE-CDTI (1976), cuadro VIII-2, p. 76—.

<sup>118</sup> Lora Tamayo no sólo afirma esto, sino que eleva al PJC a la condición de institución modélica: "Por primera vez, en España, se encaja la investigación aplicada, con este carácter expreso, en un plan general de organización científica. Como tantas veces, en esta década última de la Historia de España, nos hemos anticipado en la visión de estos problemas a la política científica de otros países." Lora Tamayo (1946), p. 76.

## 2.1 Los orígenes de la *institucionalización* de la investigación aplicada en España (1907-1931)<sup>119</sup>.

El origen de la *institucionalización* de la investigación en España está en la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE) nacida en 1907. Surgió en el núcleo de los intelectuales y científicos ligados a la Institución Libre de Enseñanza, con Santiago Ramón y Cajal al frente, como respuesta a la crisis de 1898<sup>120</sup>. La JAE no se interesó directamente por la investigación aplicada, pero sus miembros, a lo largo de los años veinte y partiendo de las actividades científicas más aplicadas dentro de la JAE, pusieron las bases para que ésta surgiera. Estaban seguros de que sólo a través de una modernización cultural del país, éste podría incluirse entre las naciones más avanzadas del mundo<sup>121</sup>. Esta toma de conciencia impulsó la búsqueda de una salida a la crisis en el largo plazo, basándose en una renovación de la actividad científica no exenta de un relevo generacional<sup>122</sup>.

---

<sup>119</sup> No es el objetivo de este epígrafe rastrear hacia atrás todas aquellas ocasiones en las que la ciencia se aplicó a la resolución de problemas industriales. Se entiende que las situaciones puntuales, como la creación de un instituto, una escuela o un laboratorio, no forman un entramado institucional capaz de reaccionar ante las necesidades de una sociedad industrializada o en vías de industrialización. De lo contrario la enumeración de precedentes podría retrotraer la investigación hasta la época de la Ilustración:

Los primeros intentos de aplicación sistemática de la ciencia a la industria en el siglo XVIII, habría que atribuirselos a la Real Sociedad Vascongada, que en la década de 1770 trató de mejorar las anticuadas técnicas productivas de la siderurgia vasca, contando con un centro de investigación y de enseñanza de alto nivel: el Laboratorio Químico del Colegio de Vergara - donde, por cierto, transcurrió la primera y más breve etapa de la estancia de Proust en España-, aunque sus esfuerzos apenas obtuvieron resultados prácticos." Helguera Quijada (1992), p. 130.

<sup>120</sup> En el Discurso de Ingreso en la Real Academia de Ciencias de 5 de febrero de 1897 titulado "Deberes del Estado en relación con la producción científica", Santiago Ramón y Cajal expresó la idea de que la decadencia española se debía al aislamiento cultural —Ramón y Cajal (1991)—. El discurso está reproducido en García Camarero (Ernesto y Enrique) (1970), pp. 373-399. Para una aproximación a la relación de Santiago Ramón y Cajal con los temas de la necesaria renovación cultural de España y su relación con la JAE véase también Peset (1986), pp. 34-37 y Leiros, Beltrand, Magariño, Balamero, y Martínez (1977), pp. 45-50.

<sup>121</sup> Sánchez Ron (1988b).

<sup>122</sup> Al respecto del tema de las generaciones de científicos y los relevos generacionales hasta principios del siglo XX véase González Blasco, Jiménez Blanco y López Piñero (1979), en especial las referencias de J.M. López Piñero a la "generación de sabios" (p. 84) nacidos a mediados del siglo XIX, como Santiago Ramón y Cajal (1852-1934), Leonardo Torres Quevedo (1852-1936), Eduardo Torroja y Caballé (1847-1918) y Josep Comas y Solà (1868-1937). El tema de las generaciones y su ciclo vital de influencia ha sido analizado por A. Roca para la disciplina de la física, señalando como en esta rama del conocimiento existió un grupo de científicos, entre los que destacaron Josep Joaquim Landerer, Eduardo Lozano y Ponce de León, Josep Ricart Giralt, Hermenegildo Gorriá, Joan Montserrat i Archs, Angel del Romero y Walsh y Augusto T. Arcimís, que a finales del siglo XIX intentaron renovar las instituciones científicas y difundir las ideas científicas en los campos de la física desde la meteorología hasta la astrofísica —Roca Rosell (1990), pp. 615-623—.

La JAE no fue la única respuesta de las fuerzas sociales más progresistas que apoyaban la renovación científica y cultural del país. Otro grupo significativo lo formaron los industriales catalanes, para los cuales la pérdida de las últimas colonias en 1898 suponía que su mercado natural pasaba a ser únicamente el español, y que por tanto cualquier modernización del país supondría una mejora de sus negocios. Estos a través del movimiento político de la *Lliga Regionalista de Catalunya* pondrían en marcha desde 1917 en la Diputación de Barcelona varios proyectos para *institucionalizar* la investigación científica. Enric Prat de la Riba, secretario de la *Lliga*, fue nombrado presidente de la Diputación de Barcelona en 1907, y la creación del *Institut d'Estudis Catalans* fue una de sus primeras medidas. En 1913 nace dentro de la Diputación un nuevo organismo: el Consejo de Investigaciones Pedagógicas cuyos presidentes y vicepresidentes eran respectivamente Enric Prat de la Riba y Josep Puig i Cadafalch, también dirigente de la *Lliga*. El Consejo crearía en 1917 dos de los primeros centros españoles de investigación aplicada y desarrollo experimental orientado a la industria: el *Institut d'Electricitat Aplicada* dirigido por Esteban Terradas Illa y el *Institut de Química Aplicada* con Josep Agell al frente del mismo<sup>123</sup>. La Diputación de Barcelona y la JAE eran a principios del siglo los dos centros que iban a liderar la *institucionalización* de la investigación aplicada.

Este incipiente sistema institucional era ciertamente singular en el panorama internacional, no por sus objetivos, sino por la manera de generar las instituciones que los debían de llevar a cabo. Ciertamente la reacción científica, más o menos en favor de la investigación aplicada, no fue ni con mucho patrimonio exclusivo de España. De hecho, nuestro país, a diferencia de Francia, Gran Bretaña, Estados Unidos y, sobre todo, Alemania había comenzado tarde el proceso de *institucionalizar* la actividad investigadora científica. Mientras que en los otros países habían surgido iniciativas a mediados del siglo XIX, en España hubo que esperar, como ya se ha señalado, a que la pérdida de las últimas colonias "despertara" las conciencias en favor de la modernización científica a través de la JAE y de la Diputación de Barcelona. Este

---

<sup>123</sup> Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 61-75; Galí (1981-1987) y Diputación de Barcelona (1916).

detonante sirvió para acercar, al menos en el plano institucional, a España a la norma de Europa y Estados Unidos.

Dicha norma no era en absoluto igual para los países que habían empezado sus procesos de *institucionalización*. Cada nación tenía su propio acervo científico, y grandes diferencias en la valoración que daban a la *institucionalización* los agentes sociales implicados en la actividad científica —gobiernos, empresas industriales, fundaciones privadas, asociaciones de científicos, universidades, escuelas y ejército—, cuyo poder, infraestructuras, personal, etc., variaba considerablemente de un país a otro. Es por tanto muy arriesgado plantear cual era el modelo que influía más en el que estaba adoptando España. Es más, el modelo español era el que su pasado le permitía, y no el que quisiera en relación a Alemania o Francia. Las similitudes son por tanto harto engañosas. Del caso español, a la hora de compararlo con los otros, es más acertado decir lo que le faltaba que lo que tenía. Ante todo carecía del apoyo de las empresas industriales, que por ejemplo eran en buena medida la base del sistema alemán e importante en el italiano, pero al menos en Cataluña este rasgo estaba presente. Las fundaciones privadas eran inexistentes, si se entiende como tales las fundaciones de tipo americano, como la *Carnegie Institution* o la *Rockefeller Foundation*, caracterizadas por el apoyo económico a un centro o a una iniciativa de un científico o grupo de científicos. Sin embargo, es indudable que en España la Institución Libre de Enseñanza, sin ser una fundación y careciendo de fondos económicos relevantes, originó y actuó en apoyo de la JAE, nacida de ella misma, haciendo posible que los gobiernos de principios del siglo XX cubrieran las necesidades económicas de los institutos que la formaban. En similares términos se podría hablar de la *Lliga*. Pero ésta era un movimiento político y no una fundación. Por otra parte no puede valorarse en demasía la actividad del ejército español. Es cierto que la ciencia aplicada española tenía en los ingenieros del ejército, en especial al Cuerpo Facultativo de Ingenieros de Artillería nacido en 1762 y con Colegio y Laboratorio de Química en Segovia, a sus representantes más dignos<sup>124</sup>. Pero si los artilleros e ingenieros del siglo XVIII fueron una vía fundamental de penetración de las nuevas corrientes científicas, técnicas, humanísticas y militares, por contra, el ejército

---

<sup>124</sup> Herrero Fernández-Quesada (1992).

había sido incapaz durante todo el siglo XIX de levantar auténticos centros de investigación basados en la experimentación, y su relación con el mundo académico e industrial fue exigua, de tal forma que aunque su formación y trabajos fueran de no poca enjundia, lo cierto es que no tenían ni repercusión social, ni económica. De cualquier falta un trabajo de investigación que señale hasta que punto es válido este juicio, ya que a finales del siglo XIX y principios del XX los ejércitos apoyaron técnicamente a industrias relevantes por su tamaño, como la construcción naval, o por su modernidad, como la aeronáutica. Con respecto a las asociaciones de científicos e intelectuales habría que decir que desde las Asociaciones de Amigos del País de corte ilustrado poco o nada se habían podido movilizar estos grupos. Las asociaciones españolas escasamente se parecieron a las sociedades científicas británicas, como la *Royal Society* que llegó a ser la administradora de los fondos del Estado en materia de investigación. Lo más semejante en España eran las Reales Academias, pero éstas tampoco habían sabido conjugar y atraer los intereses de los científicos con los de los gobernantes e industriales. En síntesis, se puede hablar de unas bases débiles para promover la *institucionalización* de la investigación aplicada, que en cualquier caso, no partió ni del gobierno de turno, ni del ejército, sino de iniciativas privadas como la de la Institución Libre de Enseñanza y la *Lliga* que, eso sí, encontraron a veces respaldo en el Estado<sup>125</sup>.

El modelo institucional español surgido teniendo como centros a la JAE y a los laboratorios de la Diputación de Barcelona era "extraño" entre los europeos, pero estaba acercando a España a la norma internacional. Sin embargo, este acercamiento iba a durar poco. La Primera Guerra Mundial provocó un vigoroso movimiento en los países contendientes en el sentido de reafirmar sus procesos de *institucionalización* de la ciencia aplicada. Esto volvió a distanciar a España de Europa y Estados Unidos en materia de ciencia aplicada hasta el principio de los años treinta. No sucedía lo mismo con la ciencia básica, donde la JAE estaba consiguiendo logros significativos. La Guerra mostraría los atrasos relativos entre países en materia de investigación, así como la importancia de la actividad científica en el resultado final de la contienda, y la

---

<sup>125</sup> El lector podrá comparar la *institucionalización* española con la mundial en las obras de J.M. Sánchez Ron —Sánchez Ron (coordinador) (1988a) y Sánchez Ron (1992).

trascendencia de haber contado o no con unas instituciones generadoras del conocimiento científico aplicado a fines industriales necesario para reparar, modificar y crear armas más destructivas o con funciones más específicas. Para los beligerantes ya no sólo era imprescindible poseer una industria de armamentos capaz de responder a una situación de movilización y economía de guerra. Ahora se imponía poder transformar rápidamente los conocimientos científicos y técnicos en ventajas en el campo de batalla.

Tras la guerra todos los países, vencedores, vencidos y neutrales cambiaron su actitud ante la investigación aplicada. En el período entre guerras surgieron en las diferentes naciones las instituciones estatales en apoyo directo o indirecto de la investigación aplicada, que en ocasiones siguen existiendo hoy en día. El caso más notable entre los vencedores sería el de Italia, que reforzó su estima con respecto a la ciencia y la técnica, segura de que su tradición, hasta aquel momento tenida en poco en comparación a la alemana, inglesa o francesa, y su presente científico habían influido en sus victorias. En 1923 se constituyó por Decreto el Consejo Nacional de las Investigaciones, que coordinaría las iniciativas científicas nacionales y éstas con las internacionales<sup>126</sup>. En Bélgica se estableció la Fundación Universitaria encargada de subvencionar las investigaciones científicas. En 1928 esta fundación se reforzó con el Fondo Nacional para las Investigaciones mediante subscripción pública. En Portugal en 1921 apareció el Instituto de Investigaciones Científicas Rocha Cabral, y en 1929 la Junta de Educación Nacional. En Polonia se reformó con fondos públicos la llamada Caja J. Mianowski creada en 1881, una institución de apoyo a los trabajos científicos. Rusia federó en la *Glawnauka* a unas doscientas instituciones científicas que suponían varios miles de colaboradores<sup>127</sup>. Otros países tan sólo tuvieron que reforzar instituciones ya existentes, como en el caso de Alemania, que había creado en 1911 la *Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft* (Fundación Kaiser Wilhelm), un centro desligado de las universidades y de las funciones docentes<sup>128</sup>. Gran Bretaña, que había constituido

---

<sup>126</sup> Majocchi (1980).

<sup>127</sup> El Decreto del 13 de julio de 1931 por el que se creaba la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (FNICER), expone en su preámbulo un estudio sobre la situación internacional al respecto de la *institucionalización* de la ciencia (*Gaceta de Madrid*, 14 julio 1931, núm. 195, pp. 380-382.).

<sup>128</sup> Sánchez Ron (1992), pp. 34-46.

en 1907 el *Imperial College of Science and Technology* para el fomento de la investigación científica e industrial, luego, en 1916 reorganizó sus instituciones bajo el amparo del *Department of Scientific and Industrial Research* (Departamento de Investigación Científica e Industrial)<sup>129</sup>. Japón en 1900 había fundado el *Kogyo Shikensho* (Instituto de Investigación Industrial) dependiente del Ministerio de Agricultura y Comercio. Pero el verdadero empuje a la investigación apareció en 1917, cuando el *Riken* (*Rikagaku Kenkyusho* -Instituto de Investigaciones Físicas y Químicas-) comenzó sus actividades. Durante el período de *entreguerras* Japón creó numerosos centros de investigación y en 1932 completaba su sistema institucional con la *Gakushin* (*Nippon Gakujutsu Shinkokai* -Asociación Japonesa para el Fomento de la Ciencia-)<sup>130</sup>. En EE.UU. surgió el Consejo Nacional de Investigación formado por científicos, técnicos y hombres de negocios. El Consejo recibió importantes donativos de las fundaciones Carnegie y Rockefeller<sup>131</sup>. Sin embargo, en Francia el proceso para crear una institución nacional fue más lento. Las reformas necesarias no se consolidaron hasta el inicio de los años treinta<sup>132</sup>. Por último, en España en 1931 surgía la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (FNICER) de manos de la JAE.

En resumen, las iniciativas para constituir grandes instituciones nacionales de investigación aplicada fueron corrientes entre las dos guerras mundiales en Europa, Japón y Estados Unidos, y en este sentido también España se incorporó a dicha tendencia, aunque con un retraso similar al francés. Pero nuevamente las comparaciones son peligrosas, ya que el acervo de conocimientos y actividades investigadoras en Francia era muy superior al español. Además, en casi todas las instituciones citadas la investigación aplicada convivía en mayor o menor medida con la básica, mientras que por ejemplo la FNICER tenía un espíritu absolutamente aplicado. Cotejar unos sistemas de investigación científica aplicada con otros, en especial con el español, es una labor por hacer. Espero que en parte esta investigación permita alentar ello en otros investigadores, pero no debemos olvidar

---

<sup>129</sup> Sánchez Ron (1992), pp. 58-70 y 198-204.

<sup>130</sup> Fukasaku (1992).

<sup>131</sup> Kevles (1988) y Mowery (1992).

<sup>132</sup> Shinn (1988).

que ahora no estamos analizando la virtud del sistema español equiparándolo a otros, sino que nuestro interés se centra en si el sistema español permitió un cambio tecnológico, o al menos si ayudó a mejorar el rendimiento económico del aparato productivo.

La FNICER nació de la JAE, ahora bien, la JAE había desestimado hasta 1931 la conveniencia de abrirse a la investigación en las ciencias aplicadas. Sin embargo, este segmento de la investigación había sido ocupado por los laboratorios de la Diputación de Barcelona y por algunos otros pequeños centros que destacaron, no tanto por su tamaño, sino por la modernidad de sus planteamientos, debido a que en ellos la investigación se realizaba sirviendo a los intereses científicos, técnicos e industriales. Esas instituciones fueron: el Laboratorio de Mecánica Industrial y Automática "Torres Quevedo" (Dirección de Obras Públicas), el Instituto Químico de Sarrià (Compañía de Jesús), el *Institut de Química Aplicada* (Diputación de Barcelona), el Instituto de Electricidad y Mecánica Aplicadas (cuyo origen estaba en el *Institut d'Electricitat Aplicada* de la Diputación de Barcelona), el Laboratorio de Cuatro Vientos (Ejército) y la Escuela de Armería de Eibar (industriales guipuzcoanos). Existían otros lugares donde se realizaba investigación técnica, como escuelas superiores de ingeniería (civiles y más aún en las militares) o laboratorios adscritos a ministerios, pero su conexión con la industria era prácticamente nula. Por otra parte, había industrias con laboratorios para investigación aplicada, pero eran pequeños mundos cerrados preocupados en resolver la aplicación de la tecnología comprada al extranjero. De cualquier forma, las instituciones citadas no dejaron de ser hechos aislados, es decir, de un ámbito territorial local y sin la participación directa del Estado español con el objetivo de desarrollar la investigación aplicada. Hasta 1931 no llegó a formarse una institución de corte nacional y bajo las directrices de la Administración: la FNICER, que aglutinaría de forma decidida las diferentes iniciativas, tal y como había sucedido en Europa, Japón y Estados Unidos.



### **2.1.1. Los institutos de investigación científica aplicada antes de la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas.**

El Laboratorio de Mecánica Industrial y Automática "Torres Quevedo" fue creado en 1910, y surgió de la preocupación del Estado por dotar al ingeniero Torres Quevedo de un centro que asegurase la continuidad de su labor investigadora en España<sup>133</sup>. El Laboratorio jugó un papel pequeño pero esencial para el desarrollo de la ciencia aplicada y experimental. De allí salió el material científico que utilizaron la generación de científicos y promotores de JAE. Al mismo tiempo el Laboratorio emprendió las tareas propias de una oficina de normalización de productos industriales, institución de la que carecía el sistema de ciencia y tecnología del momento.

A parte de las funciones que cumplió el Laboratorio como centro de análisis y ensayos no se debe olvidar que Leonardo Torres Quevedo llevaba a cabo sus investigaciones en este centro, ello lo convierte en un punto de referencia inevitable en la historia de la automática y el control remoto, ya que sería una de las instituciones pioneras en el mundo en aquel momento, puesto que el primer instituto de automática y control remoto con plenos objetivos de desarrollo experimental para la industria no aparecería hasta 1939 en la URSS<sup>134</sup>.

En 1916 surgiría el Instituto Químico de Sarrià, fundado por la Compañía de Jesús, y que sirvió ante todo para formar cuadros dirigentes de las empresas químicas catalanas, a la vez que actuó como un centro de asimilación y de difusión de las técnicas de análisis y de la tecnología química extranjera en la industria<sup>135</sup>.

---

<sup>133</sup> El Estado ya se había preocupado de las investigaciones de Leonardo Torres Quevedo con anterioridad. En 1904 nació el Centro de Ensayos de Aeronáutica, sito cerca de la ciudad de Guadalajara, dependiente de la Dirección de Obras Públicas, y dedicado al ensayo de los dirigibles diseñados por Leonardo Torres Quevedo —García Santesmases (1980), pp. 275-291, y Roca Rosell y Sánchez Ron (1992), p. 11-18—.

<sup>134</sup> Apokin y Chapovski (1991) y García Santesmases (1980), pp. 301-306.

<sup>135</sup> Puig Raposo y López García (1992).

En 1917 nacería otra institución de características similares pero de vida efímera; el *Institut de Química Aplicada* (IQA) perteneciente al *Patronat de l'Escola Industrial de Barcelona*, cuya dirección fue asumida por Josep Agell<sup>136</sup>. La Dictadura de Primo de Rivera acabó con este centro. Una de las primeras medidas de la Dictadura fue someter a las instituciones de la *Mancomunitat de Catalunya*, en la que se incluían las de la Diputación de Barcelona y por tanto el *Institut de Química*, a un proceso de revisión por malversación de fondos y *antiespañolismo*. En 1924 las diferencias entre los profesores de la Escuela Industrial, que englobaba a todos los institutos, y el Directorio Militar se zanjó con la expulsión de más de cien docentes y funcionarios<sup>137</sup>. También en 1917 y siguiendo el modelo del anterior aparecería el Instituto de Electricidad y Mecánica Aplicadas (IEMA)<sup>138</sup>. Estos dos institutos habían surgido de los proyectos de renovación encabezados por la *Lliga Regionalista* y apoyados por la Diputación de Barcelona y la *Mancomunitat de Catalunya*.

El IEMA empezó a funcionar en noviembre de 1917 con el nombre de *Institut d'Electricitat Aplicada*. A parte de su vertiente como escuela superior —la sección docente se dividía en dos escuelas de directores: la de Industrias Eléctricas y la de Industrias Mecánicas—, el IEMA funcionó también como un centro de investigación aplicada y como un servicio auxiliar de análisis para las autoridades catalanas<sup>139</sup>. Su

<sup>136</sup> El Institut había tenido sus precedentes en el *Laboratori d'Estudis Superiors de Química*, aparecido en 1910, pero cerrado al poco tiempo por la falta de vocaciones investigadoras y demanda social de investigación. No obstante, el precedente llevaría al *Patronat* a fundar en 1916 la *Escola de Directors d'Indústries Químiques*, cuyo objetivo era formar químicos industriales y empresarios químicos. En 1917 pasaría a denominarse como *Institut de Química Aplicada* adquiriendo rápidamente un buen número de alumnos y el respeto de la industria catalana —Diputación de Barcelona (1916); Galí (1981-1987), y Roca Rosell y Sánchez Ron (1990)—.

<sup>137</sup> Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), p. 77.

<sup>138</sup> "El modelo escogido —el laboratorio químico que dirigía Josep Agell— es muy interesante porque, entre otras razones, reproduce un proceso muy común en el mundo, donde los laboratorios de Química fueron las referencias en las que se basaron los científicos del siglo XIX para crear tanto los laboratorios de Física como los de Fisiología y Microbiología." —Roca Rosell y Sánchez Ron, (1990), p. 70—.

<sup>139</sup> El director del IEMA, Esteban Terradas, exponía en 1918 que el Instituto debía cumplir tres objetivos: 1º el fomento del trabajo original, 2º "la repetición del trabajo extranjero que representa un anexo en la Técnica, estudiando la práctica y la posible aplicación", y 3º la enseñanza en tres niveles: manejo de técnicas para obreros, "de las tecnologías diversas francamente especificadas " para técnicos, y la "técnica superior de los oficios" para ingenieros. Para cumplir estos objetivos Terradas fija las directrices que debían guiar la actividad del centro: 1º "... trabajar en el *selfutilitaje*. 2º ... hacer todo tipo de instalaciones dentro de la Universidad —y fuera de ella si es preciso—, vg.: Ascensores, calefacción, alumbrado, distribución de fuerza. 3º ... taller de trabajo, no sólo del material «de casa» sino para el material de fuera, y en taller de máquinas y materiales para el Ayuntamiento, Diputación y otros centros oficiales en los que interese la contrastación o controlar la contrastación." Terradas, E. (1918). *De l'instal·lació de laboratoris en els edificis de la Universitat Industrial*, legajo 3.752/14, Barcelona, Archivo Histórico de la Diputación de Barcelona. Véase también Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), p. 89.

director, Esteban Terradas, justificaba la labor de investigación y servicio porque éste era el medio para favorecer a "las tecnologías especiales y propias de un determinado país."<sup>140</sup>

Un decreto de noviembre de 1921 convirtió de forma interina al IEMA en laboratorio oficial nacional<sup>141</sup>. Un nuevo decreto de febrero de 1922 creaba el Laboratorio General de Ensayos y Acondicionamientos a partir de la unión de los laboratorios del IEMA con todos aquellos existentes en los centros asociados al *Patronat de la Escola Industrial de Barcelona*: el *Institut de Química Aplicada*, la Escuela Superior de Agricultura, la Escuela de Tenería y la Escuela de Industrias Textiles<sup>142</sup>. Pero la vida activa del nuevo Laboratorio General de Ensayos fue efímera. En 1924 la Dictadura de Primo de Rivera arremetió contra todo lo que representaba la Escuela Industrial y su *Patronat*. Lo que sobrevivió sería llamado Real Politécnico Hispano-Americano, en el cual el IEMA perdió su autonomía, entrando en una vía de inactividad casi total. En 1929 prácticamente habían cesado sus actividades. No obstante, el Laboratorio General de Ensayos siguió funcionando, pero sólo como centro de análisis y dictámenes. Tras la guerra civil sus instalaciones aún debían de ser ejemplares, porque fue uno de los primeros centros que se integró en el Patronato "Juan de la Cierva" pudiendo empezar a trabajar inmediatamente.

---

<sup>140</sup> Esta declaración de principios de Esteban Terradas, que se encuentra en el texto de presentación del IEMA iba acompañada de estas frases:

Las escuelas de Electricidad y Mecánica (...) formarán parte del Instituto de Electricidad y Mecánicas Aplicadas, cuyo objeto es la constitución de laboratorios de trabajo y de ensayo donde puedan nuestros técnicos, estudiando el país y sus problemas, mantener viva la actividad intelectual en los citados campos; donde dispongan los industriales de un laboratorio de ensayo de máquinas y materiales, tanto de los que reciban como de los que ellos mismos fabriquen; de un instrumento serio de comprobación del propio progreso y de lo que de fuera nos envíen, con la seguridad, a menudo, de que no se descubrirá el fraude posible y oculto. Con este fin se están organizando laboratorios (...) que evitarán por lo pronto que una región de la significación industrial que tiene Cataluña, precise recurrir a menudo a laboratorios instalados en poblaciones distantes." —Instituto (1920)—.

Véase también Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), p. 81.

<sup>141</sup> Hay que tener presente que el IEMA se había convertido en 1921 en el mayor laboratorio de investigación aplicada del país dentro del área de la ingeniería y la tecnología, ya que había absorbido al laboratorio de ensayos creado por el Ayuntamiento y la Diputación de Barcelona en 1908. Este centro también estaba integrado en el *Patronat de la Escola Industrial* y era dirigido por Joan Sitjes. A juicio de Augustus Trowbridge, representante de la Fundación Rockefeller que visitó el IEMA en 1927, las instalaciones eran unas de las mejores de España, —Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 90 y Glick (1988)—.

<sup>142</sup> Mancomunitat (1923), pp. 131-146. Véase también Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 91.

En 1921 se inauguró el Laboratorio de Cuatro Vientos (Madrid) dirigido y diseñado por el Comandante Emilio Herrera. El trabajo de investigación fue hecho principalmente por militares, destacando la labor de coordinación del Capitán Genaro Olivie. El laboratorio sirvió para que el ejército conociera mejor sus necesidades específicas de armamento aeronáutico, y para ofrecer un centro de experimentación a particulares, industriales y militares. Las instalaciones eran del mismo tipo que las de los países secundarios en la fabricación de aviones, tales como Suiza o Bélgica<sup>143</sup>.

Cataluña y Madrid acaparaban las instituciones de investigación aplicada de carácter oficial, es decir, aquellas que dependían de organismos públicos. Pero cabe preguntarse por la ausencia en el período anterior a la guerra civil de un proceso de *institucionalización* de la investigación aplicada en el País Vasco, el otro punto junto con Cataluña y Madrid con industria. La principal razón que explica esta carencia es que el capitalismo industrial vasco, en especial el guipuzcoano, era altamente innovador y centraba en las empresas la actividad de investigación y desarrollo. No necesitaba instituciones de rango nacional ni titularidad oficial para llevar a la fabricación los artefactos, máquinas y herramientas.

En el despegue industrial de Guipúzcoa la capacidad innovadora, extraordinariamente notable en el caso de la fabricación de armas, fue un elemento constante. Esta capacidad procedía de tres fuentes: primera, la importación, que realizaron los empresarios más innovadores, de *know how* foráneo por medio de fabricantes, técnicos y operarios franceses, ingleses y catalanes principalmente, segunda, la experiencia acumulada en la producción manufacturera precapitalista (ferrerías y armerías), y tercera, la presencia local de empresarios innovadores en el sentido schumpeteriano<sup>144</sup>. El caso más representativo de empresario innovador fue el de J. Echevarría, nacido en Eibar en 1875. Se trataba de un promotor industrial con las dotes de técnico y teórico de la producción armera. Trabajó inicialmente en empresas de la zona, como la G.A.C., y en 1909, junto con su hermano, patentó la pistola *Star* —utilizada por los ejércitos francés y portugués en la Primera Guerra

---

<sup>143</sup> Llave (1921) y (1926); Glick y Sánchez Ron (1988) y Roca Rosell y Sánchez Ron (1992), pp. 31-61.

<sup>144</sup> Catalán (1990), pp. 134-144.

Mundial—. La labor de J. Echevarría no quedó cerrada a su actividad como industrial. En 1912 impulsó la creación de la Escuela de Armería en Eibar para la preparación técnica de los trabajadores locales. Echevarría fue su director desde 1913 hasta 1938. La guerra y el posterior exilio del Director truncaron la iniciativa, tal y como la concibiera el propio Echevarría<sup>145</sup>.

La Escuela sobrevivió como centro de instrucción técnica y ensayos industriales, pero no recuperaría su carácter de centro de investigación y desarrollo hasta 1962, año en el que nació INASMET (Centro de Investigación en el Área de Materiales) ubicado en San Sebastián, que dio origen a TEKNIKER (Asociación de Investigación Tecnológica de Eibar) partiendo del Laboratorio de la antigua Escuela de Armería.<sup>146</sup>

Ninguno de estos siete centros funcionó perfectamente relacionando ciencia, técnica e industria, pero sí cada uno en particular logró ligar, o bien ciencia con técnica (Laboratorio de Automática), o técnica con industria (Laboratorio de Cuatro Vientos), o formación científica con industria (Instituto Químico de Sarrià), o formación técnica y desarrollo de productos con industria (Escuela de Armería de Eibar). Sin embargo, en 1922 parecía que el Laboratorio General de Ensayos y Acondicionamientos, en el que estaba integrado el IEMA y el IQA, podía haberse convertido en el núcleo de una moderna institución de investigación aplicada y desarrollo experimental ligada a las necesidades tecnológicas de las industrias y de las autoridades políticas, pero la Dictadura de Primo de Rivera truncó esta primera opción con los procesos por *antiespañolismo* abiertos a las instituciones de la *Mancomunitat*. El primer intento de llevar a cabo la *institucionalización* de la investigación aplicada había terminado.

---

<sup>145</sup> Catalán (1990), p. 138.

<sup>146</sup> Frias (1988). Nótese que la actividad demandante de investigación era la mecánica relacionada con los transformados del hierro y el acero, y no la industria metalúrgica. Como señala Rosenberg "... hasta hace relativamente poco, muchas de las ciencias no tenían nada de particular utilidad que ofrecer a la industria. La industria del hierro tropezó durante siglos con una base tosca de experimentación, ya que no fue hasta finales del siglo XIX cuando las transformaciones químicas implicadas en la fundición y refino empezaron a entenderse." —Rosenberg (1979a), p. 310—. Un poco más allá van M.B.W. Graham y B.H. Pruitt demostrando que la investigación en la industria metalúrgica en Estados Unidos a principios del siglo XX sólo eran trabajos rutinarios de análisis, y que ello continuó hasta que las empresas dedicadas a metales no férricos fueron ganando importancia y basando sus innovaciones en la I+D —Graham y Pruitt (1990), p. 2—.

Tras esta presentación, de lo que se puede denominar como los precedentes del sistema institucional dedicado a la investigación científica aplicada, cabe una reflexión acerca de si la labor de estas instituciones correspondía a la demanda y necesidades de investigación científica aplicada que tenían las industrias españolas. El caso de la Escuela de Armería es singular, puesto que surge de la propia iniciativa de la industria, pero para el resto la respuesta tiene que ser hoy por hoy deficiente. Sólo se cuenta con información muy parcial para algún caso, como es el del Instituto Químico de Sarrià<sup>147</sup>. Más intrincados son los casos del IQA y el IEMA dada su corta existencia. Con respecto al Laboratorio de Cuatro Vientos el objetivo de apoyar el desarrollo industrial se solapa constantemente con el de la defensa aérea, pero es indudable que el alto nivel técnico conseguido por la industria aeronáutica española, centrada en un reducido número de empresas -Hispano Suiza, CASA, Elizalde, Aeronáutica Industrial SA y Aviones Loring- se debió en parte a que utilizaron este servicio del ejército<sup>148</sup>. Por su parte la industria de mecánica de precisión e instrumental científico estaba en sus albores en España. La casi totalidad de la demanda de estos productos se cubría con la importación, de modo que tan sólo se fabricaba internamente pequeño material eléctrico —contadores principalmente— y algunos componentes telefónicos<sup>149</sup>. Detrás de ello estaban compañías de origen familiar, pero también las filiales de firmas internacionales como la Standard Eléctrica, Siemens o la AEG. En este último grupo de empresas no parecen haber surgido lazos con el Laboratorio de Automática, pero es indudable que los hubo con el IEMA a través de su profesorado<sup>150</sup>. Todo parece indicar que, por su parte, el Laboratorio de Automática se limitó a trabajar para los intereses del Estado —normalización, peritaje y fabricación de instrumentos de laboratorio y de precisión para otros centros del Estado

---

<sup>147</sup> La conexión existió, sobre todo a partir de la formación de su Asociación de Antiguos Alumnos del año 1921 —Puig Raposo y López García (1992)—.

<sup>148</sup> Al respecto el artículo de Gómez Mendoza y López García ofrece una primera conclusión positiva acerca del relativo alto nivel de la aeronáutica en España al menos hasta 1919 —Gómez Mendoza y López García (1992)—. Ver también Roca Rosell y Sánchez Ron (1990).

<sup>149</sup> Nadal, Carreras y López García, (Crítica).

<sup>150</sup> El subdirector del IEMA era Francesc Planell i Riera antiguo ingeniero de la planta de Cornellà de la Siemens, que antes de la Primera Guerra Mundial trabajó en el departamento de proyectos de la Brown Boveri en Suiza. Entre los profesores se encontraban hombres muy ligados al mundo industrial como: Casimiro Lana Sarrate, que había organizado en 1920 los laboratorios de la Hispano-Suiza, Bernat Lassaletta Perrin ingeniero de Siemens, y Josep Serrat Bonastre director técnico de la Maquinista Terrestre y Marítima —Instituto (1920) y Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 84-87—.

—, mientras que el Laboratorio General de Ensayos y Acondicionamientos hubiera acabado por ser el núcleo de un sistema español de ciencia aplicada.

En síntesis el sistema institucional español ofrecía en los años treinta una diversidad notable. Los laboratorios catalanes habían surgido ligados a la Escuela Industrial y al movimiento regionalista. En Madrid la JAE, diversos laboratorios ministeriales, las facultades, escuelas de ingeniería y algún centro del ejército estaban creando una red que empezaba a tener contactos mutuos. Por otra parte, las industrias de Guipúzcoa basaban su investigación en sus propios talleres y en iniciativas privadas. Estos tres núcleos de investigación estaban diferenciados de raíz por el tipo de "clientes" a los que ofrecían su trabajo. El foco catalán se imbricaba con la industria química y eléctrica<sup>151</sup>. En Madrid los servicios demandados por el Estado (departamentos ministeriales y ejército) marcaban la pauta. Por último, en Guipúzcoa eran las industrias de transformados metálicos las que precisaban centros de experimentación. Cada actividad tenía sus propias necesidades y sus modelos para paliarlas.

Los esfuerzos para consolidar un sistema más general de investigación científica aplicada no se plasmarían en la realidad hasta 1931, año en el que el Gobierno republicano provisional y la JAE estimaron conveniente crear la FNICER.

---

<sup>151</sup> Precisamente las industrias donde la profesionalización de la I+D industrial comenzó en el mundo al comienzo del siglo XX —Freeman (1975), pp. 29 y 30—.

## 2.2 La Junta para Ampliación de Estudios y la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas.

El inicio de una política científica de carácter estatal claramente definida de investigación aplicada y de desarrollo experimental se encuentra en el decreto de 13 de julio de 1931 por el cual se instituía la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas<sup>152</sup>. La FNICER fue presentada como una institución moderna y necesaria, cuya aparición era lógica tras la labor ejecutada por la JAE. Desde el principio sus promotores defendieron que el objetivo de la FNICER era el apoyo a la investigación, y que por tanto debía quedar exenta de cualquier connotación política:

hay que insistir en colocar estos servicios nacionales, que exigen continuidad y confianza y que piden la colaboración de todos, fuera de las oscilaciones pasionales de la política, como remanso de paz, de mutua tolerancia y de independencia y libertad científicas.<sup>153</sup>

En el preámbulo del decreto el ministro M. Domingo no dudaba en englobar a la nueva Fundación dentro de las instituciones de auxilio a la investigación surgidas en las naciones más avanzadas tras la Primera Guerra Mundial<sup>154</sup>. Además, señalaba que la FNICER no se podía entender sin la labor previa de la JAE, que había inaugurado la política de investigación científica en España.

---

<sup>152</sup> *Gaceta de Madrid*, 14 julio 1931, núm. 195, pp. 380-382. El Decreto fue ratificado por las Cortes Constituyentes, con fuerza de ley, el 5 de diciembre de 1931 —*Gaceta de Madrid*, 6 de diciembre de 1931, núm. 340, p. 1467—.

<sup>153</sup> *Gaceta de Madrid*, 14 julio 1931, núm. 195, p. 381. Hoy en día podría decirse que se concibió como una representante de lo que T. Glick denominó en el decenio de los ochenta como el "discurso civil" en la ciencia española de principios del siglo XX:

Por discurso civil entiendo el proceso por el cual una élite dividida pacta poner en suspenso, de mutuo acuerdo y en determinadas áreas, el hábito de hacer que todas las ideas sirvan para fines ideológicos. En la España de alrededor del cambio de siglo, tales condiciones llegaron a prevalecer en las áreas de la ciencia y la tecnología, con el propósito de modernizar el país, puesto que su retraso científico fue identificado por todos los sectores políticos como una de las principales razones de la derrota de España en 1898. Glick (1986), p. 11.

El "discurso civil" tenía sus límites, tal y como demostraron dos hechos. El primero ya se ha citado, se trata de la oposición de la Dictadura de Primo de Rivera a las instituciones científicas cercanas al espíritu de la *Lliga*. La segunda fue el Decreto de Expulsión de la Compañía de Jesús de 23 de febrero de 1932 que supuso el cierre del Instituto Químico de Sarrià. Por supuesto, el "discurso civil" quedó hecho añicos con la guerra civil, y posteriormente no se recuperaría plenamente.

<sup>154</sup> El preámbulo comenzaba así:

La guerra europea ha reformado la fe de nuestro siglo en el poder creador de la inteligencia humana y ha difundido esa fe entre las masas, fascinadas ante la magnitud y la profusión de inventos que multiplican el poder y el bienestar.

Las clases directoras se han apoyado en este entusiasmo para organizar la investigación científica, aunque huyendo de atentar a la libertad de métodos y de iniciativas que es condición esencial para su desarrollo. Así han surgido en todos los pueblos cultos instituciones que proponen coordinar los esfuerzos científicos y cultivar las vocaciones de los más aptos para la investigación." —*Gaceta de Madrid*, 14 julio 1931, núm. 195, p. 380—.

A continuación se citaban todas aquellas instituciones que habían surgido en el mundo con objetivos similares a los de la FNICER a las que me he referido en las páginas precedentes.



Sin embargo, la JAE ya no podía asumir directamente el objetivo de desarrollar la investigación aplicada, puesto que sus medios estaban comprometidos en el progreso de la investigación básica en ciencias sociales y de la naturaleza, y esta situación hacía imprescindible la constitución de la FNICER, si lo que se quería era una política científica más cercana a la investigación aplicada y experimental con claros objetivos de desarrollo industrial. Incluso se hacía mención explícita de que las carencias de la JAE habían agudizado el problema de no poder asegurar la continuidad de ciertas investigaciones ante la incapacidad de ofrecer puestos de trabajo a investigadores ya formados y de demostrada capacidad. Refiriéndose a la JAE el Decreto exponía:

los medios que se han otorgado en el área de su acción limitada al Departamento de Instrucción Pública, son ya insuficientes (...) se siente la necesidad de coordinar y vigorizar las investigaciones científicas y, sobre todo de cortar la emigración, ya alarmante, de muchos de los mejores cerebros que no hallan en el país, después que éste los ha formado y seleccionado, lugar propicio donde aplicarse<sup>155</sup>.

Las claves del posible éxito de la nueva política científica radicaban en dos medidas. Por una parte en hacer partícipes del esfuerzo a toda la Administración y a aquellas asociaciones y personas privadas que lo desearan<sup>156</sup>. La segunda de las claves estaba en la claridad con que eran expuestos los objetivos a cumplir, entre los que destacaban dos: la atracción de las industrias y los intereses privados hacia la investigación científica, y la puesta a punto de ensayos de reformas para implantar en pequeña escala nuevos sistemas que pudieran mejorar la riqueza, la cultura o la administración del país<sup>157</sup>.

---

<sup>155</sup> *Gaceta de Madrid*, 14 julio 1931, núm. 195, p. 381.

<sup>156</sup> El artículo primero del Decreto exponía: "Pueden contribuir a sostenerla y recibir sus beneficios los Departamentos ministeriales, las provincias y ciudades, las Corporaciones, Asociaciones y Fundaciones de carácter público y las Asociaciones y personas privadas."

Para asegurar que la FNICER tuviera prioridad en la Administración, en el artículo sexto se proponía que los Departamentos ministeriales tendrían "(...) en sus escalas o escalafones un pequeño exceso de puestos para permitir que el personal técnico pueda alternar su servicio ordinario con etapas de perfeccionamiento o especialización que pongan al día sus aptitudes." Y además debían adscribir "... de modo permanente a la Fundación el personal técnico que haya de dedicarse exclusivamente a las investigaciones." *Gaceta de Madrid*, 14 julio 1931, núm. 195, pp. 381-382.

<sup>157</sup> En el artículo segundo se mostraban los objetivos de la FNICER:

"A) El fomento de la investigación científica pura y aplicada.

B) La formación de personal científico y la protección de vocaciones extraordinarias a fin de que no se pierdan para el país.

C) La atracción de las industrias y los intereses privados para que coadyuve a las investigaciones científicas que más directamente les afecten.

La FNICER no contó con un presupuesto que le permitiese funcionar hasta 1932 en que se fijó una dotación económica mínima para un período de diez años de quince millones de pesetas<sup>158</sup>. El reparto de esa dotación quedó en el aire, ya que el Gobierno creó un subpatronato dentro de la FNICER encargado de realizar una Exploración del Amazonas sin fijar la cantidad de dinero que debería emplearse en esa tarea, en la que el Gobierno se había empeñado sin contar con una partida presupuestaria concreta. Aún siendo patente este contencioso se prefirió seguir adelante y designar los miembros de los consejos de administración de la FNICER y del nuevo Subpatronato<sup>159</sup>. Una Orden de octubre vino a reforzar la autonomía del Subpatronato dentro de la Fundación. A continuación había que solventar los problemas de competencia sobre los fondos de la FNICER, lo que no se aclaró hasta

---

D) La coordinación de trabajos y la alianza de laboratorios para ahorrar esfuerzos y crear cooperación y ambiente científicos.

E) El cultivo de las relaciones científicas con el extranjero, especialmente para el intercambio de Profesores y alumnos, para la colaboración internacional entre laboratorios y la participación de España en Congresos científicos.

F) Los ensayos de reformas para implantar en pequeña escala sin trabas y sin grandes riesgos sistemas nuevos que puedan mejorar la riqueza, la cultura o la administración del país y que necesiten una etapa de tanteos y adaptación, tales como tipos nuevos de Escuelas, Bibliotecas, Cultivos agrícolas o Industrias, sistemas de tributación y administración local, de organización sanitaria, de parcelación de tierras, de repoblaciones forestales, de urbanización de viviendas rurales, etc." *Gaceta de Madrid*, 14 julio 1931, núm. 195, p. 381.

<sup>158</sup> El artículo primero de la Ley indicaba que la FNICER "(...) recibirá durante un período mínimo de diez años subvenciones consignadas a los Presupuestos del Estado, que comenzarán no siendo inferiores a un millón de pesetas anuales, y crecerán gradualmente para alcanzar en los diez años una cifra global mínima de quince millones de pesetas." (*Gaceta de Madrid*, 21 de Agosto de 1932, p. 1362).

<sup>159</sup> Con el Decreto del 27 de agosto de 1932 el Gobierno designaba los miembros de ambos consejos. El Consejo de Administración de la FNICER estaba compuesto por Teófilo Hernando como presidente, por Julián Besteiro, Angel Ossorio y Gallardo, José Pedregal, Pedro Corominas, Angel Viñuales, José M<sup>a</sup> Tallada, Antonio García Varela, Pedro González Quijano, Carmelo Benaiges, Ernesto Winter, Rodrigo de Rodrigo y José Giral como vocales, y como secretario José Castillejo Duarte. Por su parte el Consejo del Subpatronato de la Expedición al Amazonas estaba integrado por Ignacio Bolívar (Director del Museo de Ciencias Naturales), Blas Cabrera (Director del Instituto de Física y Química de la JAE), León Herrero García (Director del Observatorio Astronómico de San Fernando), José Ortega y Gasset, Gregorio Marañón, Eduardo Hernández Pacheco, Gregorio del Amo, Augusto Barcia, José M<sup>a</sup> Cervera y, como secretario y director, Francisco Iglesias Brage (Capitán de Ingenieros Piloto de Aviación) (*Gaceta de Madrid*, 1 de septiembre de 1932, p. 1616).

La FNICER encontró algunos problemas con los nombramientos por dos motivos: Primero, por la condición de parlamentarios de algunos de los consejeros —Besteiro, Ossorio Gallardo, Giral y Corominas—, lo que condujo a algunos de ellos a plantear su renuncia al Consejo de la FNICER, aunque ésta defendiera el principio de que se era consejero de la FNICER por su la capacidad de asesorar en temas científicos, y que por tanto no era un cargo político. De todas formas, Giral, que en ningún caso quería ser consejero, fue sustituido por A. Madinaveitia, profesor de la Facultad de Farmacia. Segundo, por la coincidencia en una misma persona de dos tareas similares. Esto sucedía con el Director Administrativo de la FNICER, para cuyo cargo se había elegido a José Castillejo, en aquel momento Secretario de la JAE. El se comprometió a hacerse cargo de la dirección sólo honoríficamente hasta que dejara la Secretaría de la JAE o se encontrara un sustituto para la de la FNICER. El problema seguía latente en 1934 a la espera de una acuerdo entre la JAE y la FNICER. Castillejo quería dejar ambos puestos pero si esto no hubiera sido posible dejaba a la discreción de ambas instituciones la decisión de cual sería la que contase con sus servicios, FNICER (1935), p. 25.

un año después<sup>160</sup>. Entre tanto el Consejo de Administración de la FNICER acordó el 7 de noviembre de 1932 enviar a la prensa la noticia de la constitución de la Fundación, invitando a las administraciones territoriales, instituciones científicas y empresas industriales a que presentaran:

proyectos de enseñanzas, institutos científicos, laboratorios, renovaciones agrícolas o industriales, preparación del personal técnico o ensayos de reformas encaminadas a aumentar la eficacia o disminuir el coste de los servicios.<sup>161</sup>

La FNICER se había encontrado con inesperados problemas de orden administrativo y presupuestario, que dificultaban su buena marcha como institución. Sin embargo, la labor científica se fue afianzando según iban apareciendo o incorporándose laboratorios de investigación.

---

<sup>160</sup> La orden ministerial del 21 de octubre de 1932 consagró la autonomía del Subpatronato de la Expedición al Amazonas y forzó un nuevo decreto en el que se aclarasen el reparto de los presupuestos y los cargos y organismos de la FNICER. El Decreto del día 5 de noviembre de 1933 disipaba las dudas al respecto del presupuesto, fijando en el artículo quinto el nuevo reparto:

De los quince millones de pesetas destinadas en virtud de la ley de 23 de Julio de 1932 a subvencionar a la Fundación, se dedicará a preparar y realizar la Expedición al Amazonas una suma máxima total de nueve millones quinientas mil pesetas, distribuidas en los diez años previstos en la expresada ley. (*Gaceta de Madrid*, 8 de noviembre de 1933, núm. 312, p. 924).

<sup>161</sup> FNICER (1935), p. 9.

### 2.2.1 Los institutos de la Fundacion Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (1933-1936).

Inicialmente la FNICER acogió a un grupo de institutos en una situación precaria, bien económica (Instituto Cajal), bien administrativa (Instituto de Estudios Internacionales y Económicos y el Seminario Matemático), pero siempre evitando "crear grandes laboratorios inspirándose en un plan de sistemática científica, corriendo el riesgo de no encontrar luego personal suficiente ni recursos, conviene iniciar pequeños núcleos allí donde se encuentren personas preparadas". El peligro que querían eludir era "provocar artificiosamente vocaciones o proyectos cuyo fondo último no sea otro que el de un mezquino interés personal. (...) Para conseguir la dedicación plena hay que asegurar retribución que cubra los gastos mínimos de una vida modesta."<sup>162</sup>

La FNICER estaba dispuesta a potenciar con material, ayudas y becas a aquellos profesores que, sin dejar su docencia, ofrecieran alumnos capacitados para en el futuro ir creando nuevos laboratorios. En algunos casos los institutos de la FNICER se encontraban en una situación de incorporación parcial a la Fundación, así por ejemplo el Instituto Cajal, que pertenecía a la JAE, tenía dos de sus laboratorios, el Laboratorio de Investigaciones Biológicas y el Laboratorio de Fisiología Cerebral también vinculados a la FNICER.

Otra tarea de la FNICER fue asimilar uno de los centros de investigación científica aplicada, el cual ya ha sido citado, más importante que existía en aquel momento: el Laboratorio de Mecánica Industrial y Automática "Torres Quevedo"<sup>163</sup>. Este centro estaba ligado a la JAE a través de la Asociación de Laboratorios que el mismo Torres Quevedo había promovido desde su cargo de consejero de la JAE, además de que, como se ha expuesto anteriormente, sus instituciones eran utilizadas por algunos investigadores de la JAE para solucionar sus necesidades de instrumental. A estos institutos hay que sumar uno de nuevo cuño: el Centro de

---

<sup>162</sup> FNICER (1935), p. 32.

<sup>163</sup> El Decreto del 9 de marzo de 1933 incorporó el Laboratorio a la FNICER.

Investigaciones Vinícolas, que nacía del laboratorio de la Escuela de Ingenieros Agrónomos.

Por tanto, el núcleo científico inicial de la FNICER estaba formado por cinco institutos<sup>164</sup>:

Instituto Cajal

Instituto de Estudios Internacionales y Económicos

Seminario Matemático

Laboratorio "Torres Quevedo"

Centro de Investigaciones Vinícolas

De los cinco institutos tres estaban directamente ligados a la JAE: el Instituto Cajal, el Seminario Matemático (normalmente denominado dentro de la JAE Laboratorio Matemático) y el Instituto de Estudios Internacionales y Económicos, cuyo antecedente era el seminario libre organizado por Don Antonio Flores de Lemus en su despacho del Ministerio de Hacienda, seminario que también estaba integrado en la JAE.

Más adelante, en 1934 la FNICER creció en dos direcciones:

La primera hacia las Universidades y Escuelas Superiores en búsqueda de profesores con falta de medios. Fue gracias a una iniciativa en este sentido como surgieron el Laboratorio de Histología de la Universidad de Valladolid, dirigido por Isaac Costero, y el Laboratorio de Química Orgánica de la Universidad de Salamanca dirigido por Ignacio Rivas Marqués.

La segunda hacia las explotaciones industriales y agrícolas con falta de personal para iniciar la investigación o "por miedo al riesgo económico que siempre suponen los experimentos."<sup>165</sup> Con respecto a la colaboración con las industrias la idea era muy clara:

---

<sup>164</sup> Además hay que sumar la ayuda a la Ascensión a la Estratosfera liderada por Emilio Herrera a través de la Sociedad Geográfica Nacional —FNICER (1935)—.

<sup>165</sup> FNICER (1935), p. 32.

se determinará la aportación que éstas ofrezcan y la Fundación contribuirá a la investigación científica en cuanto represente un interés general para la producción del país.<sup>166</sup>

En esta línea se consiguió crear una red con las empresas productoras de vinos de calidad. Dicha red iba a estar conectada con el Centro de Investigaciones Vinícolas. El objetivo era analizar y mejorar los caldos por medio de una serie de comprobaciones periódicas. Esta iniciativa estaba tomando cuerpo cuando comenzó la guerra civil.

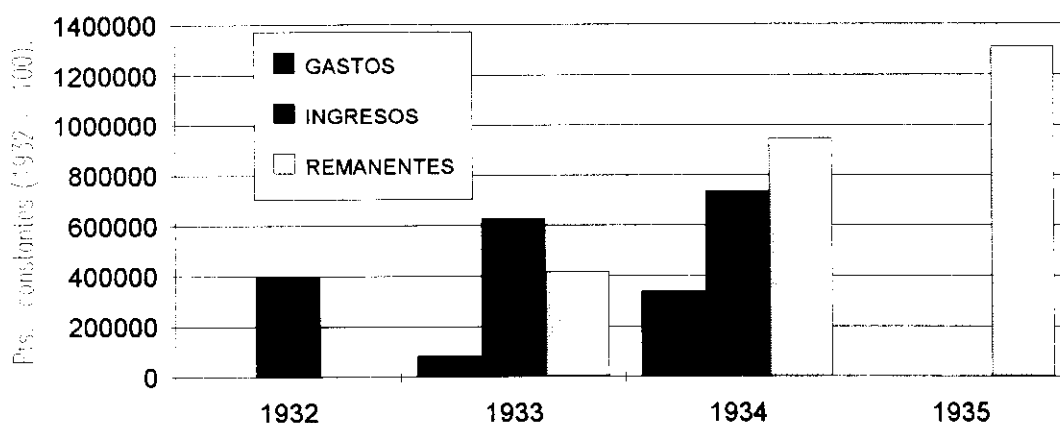
Desde la perspectiva de la gestión económica la FNICER siguió una estrategia de ahorro en sus primeros años para acumular el capital necesario que le permitiera emprender la edificación de nuevos laboratorios, ya que inicialmente los institutos integrados en la FNICER sólo lo estaban como institutos de otros centros aunque subvencionados por ella —véanse en el gráfico 2.1. las columnas de los remanentes—<sup>167</sup>. Para lograr este ahorro se evitaron los gastos en locales y se concentraron los recursos en retribuir al personal —véanse en el gráfico 2.1. los datos sobre gastos e ingresos—. De esta forma se intentaba lograr uno de los objetivos fundacionales: retener a los científicos para proseguir las investigaciones en marcha.

---

<sup>166</sup> FNICER (1935), pp. 32 y 33. En este sentido los contactos del Centro de Estudios Vinícolas estaban a punto de formalizarse en colaboraciones permanentes con las bodegas de Andalucía Occidental.

<sup>167</sup> Los remanentes de 1932 y 1933 y los siguientes los reservaba la FNICER para "atender los gastos que se presentan reunidos al intentar construcciones o instalaciones de Laboratorios y para compensar el exceso de gastos sobre la subvención anual del Estado que hay que suponer, a consecuencia del crecimiento y multiplicación de los servicios, en la última etapa de los diez años previstos para la Fundación por las disposiciones que la constituyeron." —FNICER (1935), p. 23—. El remanente acumulado desde 1932 y dispuesto para las inversiones de 1935 era de 1.309.462,9 pts., casi el doble de la subvención de 1934, que había sido de 717.000 pts.

**GRAFICO 2.1. Ingresos, gastos y remanentes de la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (1932-1935).**



**Fuente: CUADRO - FNICER 1. Apéndice estadístico.**

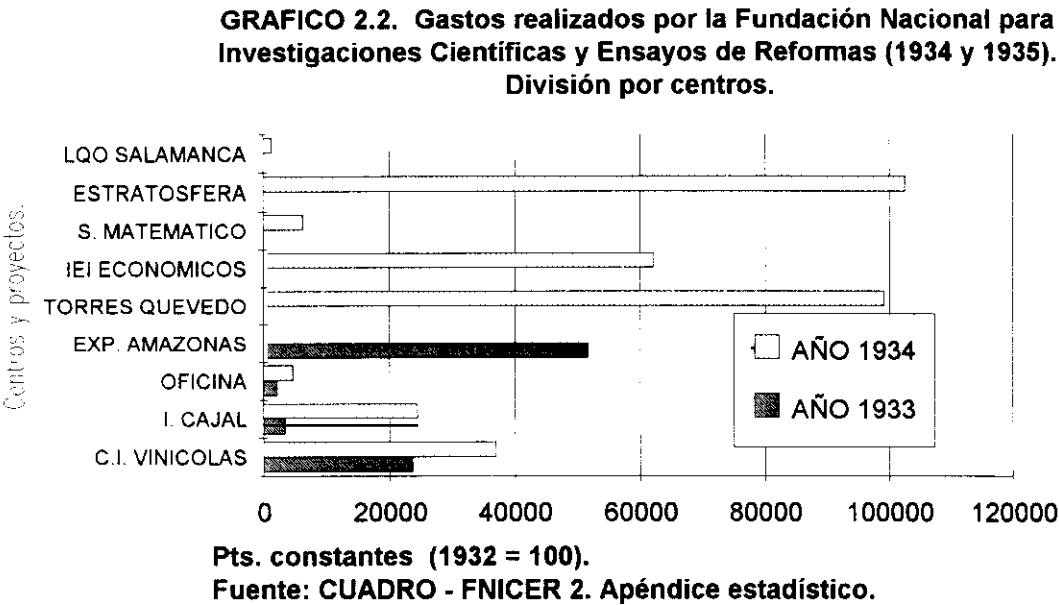
Aunque la perspectiva económica era saludable, los problemas con el presupuesto procedente del Ministerio de Instrucción Pública surgieron desde el principio y la estrategia de ahorro a medio plazo se vino parcialmente abajo:

la suma total de 15.000.000 de pts., (...) quedó considerablemente mermada, porque la Orden de Instrucción Pública de 21 de octubre de 1932 y el Decreto de 5 de noviembre de 1933 dispusieron que de aquella cantidad se destinarían 9.500.000 pts. a los gastos de la expedición al Amazonas, preparada antes de existir la Fundación.<sup>168</sup>

Los documentos de la FNICER y de sus centros son escasos, por lo que resulta difícil hacerse una idea exacta de la envergadura de sus líneas de investigación. Además, lo breve del período, sólo cuatro años, hace difícil precisar la solidez institucional y científica de sus institutos. Una estimación se ofrece en el gráfico 2.2. Se trata de un punto de vista que únicamente recoge la magnitud de los gastos realizados, la mayoría de los cuales se destinarían a los sueldos de los investigadores, por parte de los diferentes centros y programas durante 1933 y 1934. De cualquier forma en los dos primeros años de actuación de la FNICER se formalizaron las investigaciones de los institutos que cumplían plenamente con sus objetivos

<sup>168</sup> FNICER (1935), p. 18. 15 millones de pesetas de 1932 serían aproximadamente en 1985 unos 1.400 millones. Para este cálculo se han utilizado los índices nacionales de precios, 1913-1985 de Maluquer de Motes —Maluquer de Motes (1989), pp. 521-522—.

fundacionales: el Centro de Investigaciones Vinícolas (CIV), el Instituto de Estudios Internacionales y Económicos (IEIE) y el Laboratorio de Mecánica Industrial y Automática "Torres Quevedo" (LTQ). A continuación se exponen las características institucionales de estos centrándose en la cuestión de la cercanía o no de las acciones de los institutos a los objetivos fundacionales de la FNICER.



**Centro de Investigaciones Vinícolas (CIV)**

Se creó el 3 de febrero de 1933 y tenía su sede en el Laboratorio Central de la Escuela Especial de Ingenieros Agrónomos de Madrid<sup>169</sup>. Inicialmente estaba formado por tres personas: Juan Marcilla, catedrático de la Escuela y director del centro, Genaro Alas, también catedrático de Agrónomos y Enrique Feduchy, ambos con el cargo de colaboradores en el CIV. La función de la nueva institución era el estudio químico, físico-químico y microbiológico de los vinos españoles, y la realización

<sup>169</sup> Desde el principio existió el compromiso por parte del Ministerio de Agricultura de destinar una de sus estaciones enológicas para los ensayos del CIV, así como un acuerdo por el cual el resto de sus estaciones tenían que colaborar con el CIV.



de experimentos y ensayos de aplicaciones industriales, a fin de abaratar los costes de producción y mejorar y diversificar los caldos<sup>170</sup>.

Durante los meses de agosto y septiembre de 1934 Marcilla y Feduchy viajaron por Andalucía Occidental y Extremadura para crear una red de conexiones con los bodegueros, que permitiese reproducir a escala industrial sus progresos de laboratorio conseguidos a lo largo de 1933 y principios de 1934, a la vez que recibir una información periódica de muestras de vinos. Fruto de su misión fue el hallazgo de similares levaduras de "flor" presentes en los vinos de gran calidad y alto precio de Andalucía, Extremadura, Castilla-León y Cantabria<sup>171</sup>.

### **Instituto de Estudios Internacionales y Económicos (IEIE)**

El IEIE junto con el CIV fueron las iniciativas más representativas del espíritu que defendía la FNICER, pues eran de creación propia. La FNICER concibió en 1933 este instituto con el fin de investigar los problemas económicos devenidos de la crisis del 29. Se intentó crear un "seminario de formación para el personal, centro de información y consulta para la Administración pública, el Parlamento y las Corporaciones o Empresas privadas y laboratorio que prepare la publicación de series de monografías y, cuando los materiales acumulados lo justifiquen, obras de conjunto sobre los asuntos exteriores, la riqueza y las finanzas de España."<sup>172</sup>

Antonio de Luna García fue nombrado director, y como tal su primera acción fue estudiar la organización que debería tener el nuevo centro, para lo cual marchó a Londres con el ánimo de estudiar la estructura del *Royal Institute of International Affairs*<sup>173</sup>.

---

<sup>170</sup> FNICER (1935), p. 12.

<sup>171</sup> *Anales del Centro de Investigaciones Vinícolas*, FNICER, 1936.

<sup>172</sup> FNICER (1935), p. 14.

<sup>173</sup> El IEIE logró la colaboración de la recién creada Federación Española de Asociaciones para Estudios Internacionales, lo que determinó que la presencia de los estudios de derecho internacional fuesen superiores a los económicos. Por esta razón la institución que se tomó como modelo sería el *Royal Institute of International Affairs*, olvidando en parte la idea inicial más economicista, cuya referencia eran los trabajos de la Fundación Rockefeller. FNICER (1935), pp. 14 y 15.

En 1934 el IEIE ya superaba ampliamente el gasto del CIV —véase el gráfico 2.2.— dado que Antonio de Luna había montado el primer servicio de documentación del instituto, dedicado especialmente al tema de relaciones internacionales de España, Hispanoamérica y Filipinas, con lo que tuvo que incorporar a ocho investigadores para cumplir la tarea: Federico de Castro, como investigador principal, y a Herbert Block, Gerhard Niemeyer, Werner Goldschmidt, Pedro Cortina Mauri, Fernando María Castiella<sup>174</sup>, Enrique Rodríguez Mata y Antonio Rubio Sacristán como colaboradores<sup>175</sup>.

### **Laboratorio de Mecánica Industrial y Automática "Torres Quevedo" (LTQ)**

La tercera línea de investigaciones de la FNICER en realidad era la de mayor tradición, pues devenía del antiguo Laboratorio de Mecánica Industrial y Automática, que pasó a denominarse dentro de la Fundación como Laboratorio "Torres Quevedo". En 1934 ya era el centro permanente que mayor gasto suponía dentro de la FNICER —véase el gráfico 2.2.—<sup>176</sup>.

En diciembre de 1932 el Laboratorio de Mecánica y Automática "Torres Quevedo" pasó del Ministerio de Obras Públicas al de Instrucción Pública y su director, el propio Torres Quevedo, pidió la incorporación de su instituto de investigación a la FNICER, que él mismo había promovido. El Decreto de 9 de marzo de 1933 hacía

---

<sup>174</sup> Tras la guerra civil el IEIE serviría de base para el Instituto de Estudios Políticos que asumió funciones muy parecidas pero con un sesgo político diferente. Al frente del Instituto estaría F.M. Castiella, el cual pasó de ser un teórico de derechas antes de 1936 a defender el ideario falangista, sobre todo en lo referente a la expansión territorial de España en África. En 1945 recibiría el encargo de redactar el Fuero de los Españoles y en 1957 llegaría a ser Ministro de Asuntos Exteriores —Payne (1987), p. 362-363 y 466—.

<sup>175</sup> J. Velarde señala que en el seminario del Ministerio de Hacienda Flores de Lemus formó a sus primeros discípulos: Vicente Gay, Agustín Viñuales, Gabriel Franco, José Álvarez de Cienfuegos, Enrique Rodríguez Mata y Ramón Carande —Velarde (1990), p. 116—.

<sup>176</sup> Si bien las 100.000 pts de la Ascensión a la Estratosfera superaban el gasto del Laboratorio "Torres Quevedo" no se puede olvidar que esta misión era puntual, y que por tanto no debe ser entendida como una línea de investigación, al igual que no se ha creído adecuado analizar la Expedición al Amazonas.

realidad el ingreso del Laboratorio en la FNICER y le asignaba las siguientes prioridades:

- a) Investigaciones científicas de automática y sus aplicaciones industriales.
- b) Estudios y fabricación de aparatos, preferentemente al servicio de los centros científicos y establecimientos de enseñanza del Estado<sup>177</sup>.
- c) Preparación del personal que pueda contribuir a elevar el nivel y garantizar la continuidad de la obra o ser útil para otros centros de investigación científica industrial.<sup>178</sup>

En el Laboratorio se construían pequeños aparatos, sobre todo para determinados organismos del Estado, así como las reparaciones de los mismos o de otros comprados a diferentes firmas industriales. Además, se llevaban a cabo los diseños de inventores particulares que el Consejo de la FNICER creía oportuno apoyar. El LTQ cumplía una serie de funciones esenciales en la Administración de un Estado con una economía industrializada: oficina de normalización, laboratorio de peritaje y ensayos, laboratorio de análisis de peticiones de patentes y servicio de mantenimiento de equipos de precisión del Estado. Poco del tiempo y del esfuerzo investigador quedaban para que el Laboratorio tuviera sus propios proyectos científicos. Verdaderamente operaba como un servicio del Estado, no como un centro de investigación. La única investigación real era la que el propio Leonardo Torres Quevedo hacía por su propio empeño, el resto no pasaban de ser servicios y logros materiales de indudable valía, pero que implicaban un bajo valor científico y tecnológico.

La necesidad de estos servicios es imprescindible para cualquier Administración en un país industrializado. En España el LTQ no era la única institución que cumplía esta labor. Como se ha dicho, en Barcelona se desarrollaron este tipo de laboratorios dependientes de las necesidades de la *Mancomunitat*<sup>179</sup>. En Madrid el Ministerio de Obras Públicas, que además era de donde inicialmente había surgido el

---

<sup>177</sup> El Laboratorio ofrecía a los centros del Estado la construcción de aparatos al precio de coste frente a la industria privada. Cuando el encargo no provenía del Estado entonces se recargaba un 12% del costo total en el precio final, y dicho recargo entraba en un fondo de reserva.

<sup>178</sup> FNICER (1935), p. 15.

<sup>179</sup> Especialmente el Instituto de Electricidad y Mecánica Aplicadas, que funcionó como escuela de electricidad y mecánica, y como servicio técnico de la Mancomunitat de Cataluña entre 1917 y 1924.

LTQ, fue el que más laboratorios de análisis de materiales tuvo. Buena muestra de ello son las instalaciones que aún quedan junto al Observatorio Astronómico de Juan de Villanueva en el Retiro. La labor llevada a cabo debe considerarse de baja complejidad tecnológica, pero tuvieron la virtud de originar núcleos de investigación aplicada.

Estos tres centros (CIV, IEIE y LTQ) se convirtieron inmediatamente en el núcleo de la FNICER. Junto a ellos aparecieron antiguas instituciones de investigación básica en precarias condiciones económicas, que encontraron en la Fundación una salida a sus problemas. Este era el caso tanto del Instituto Cajal como del Laboratorio Matemático de la JAE. Santiago Ramón y Cajal pidió ayuda directamente a la FNICER para subvencionar a algunos de sus investigadores, ya que de lo contrario el Instituto parecía avocado a desaparecer con él. La respuesta de la FNICER fue hacerse cargo desde el 16 de octubre de 1933 de algunos laboratorios del Instituto Cajal, para "poder retener a los investigadores cuya preparación y aptitudes. se perderían si no se les facilita la posibilidad de una dedicación lo más completa posible al trabajo científico,... El esfuerzo de estos tres histólogos (Jorge Francisco Tello, Miguel Prados y Fernando Castro Rodríguez) y de los becarios que la Fundación subvencione alejarán por el momento el riesgo de que el Instituto Cajal no sobreviva a su creador. Pero hay que hacer algo más que esto."<sup>180</sup> Por su parte el Laboratorio Matemático, que pasaría a denominarse en la FNICER como Seminario Matemático, comenzó sus trabajos en enero de 1934 con la vuelta de Argentina de su director Rey Pastor, pero en abril éste regresó a Argentina, aduciendo que retornaba para hacerse con el material bibliográfico pertinente. Ahora bien, el Seminario siguió activo y se decidió, por indicación del propio Rey Pastor, contratar al matemático Ugo Broggi para que impartiera un curso breve<sup>181</sup>.

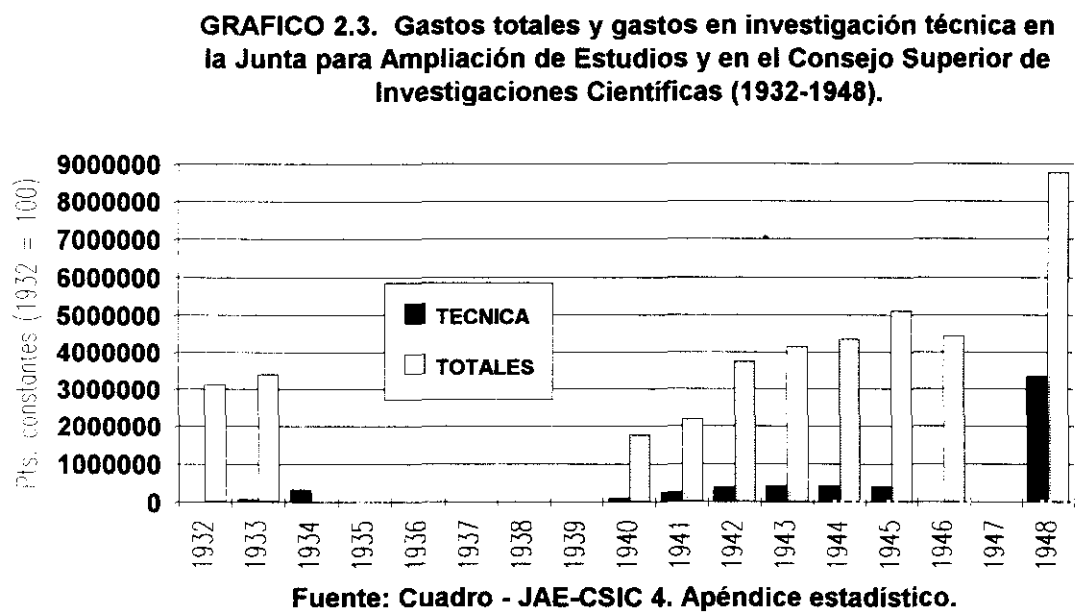
En 1935 la FNICER había comenzado a publicar artículos y monografías. Sus líneas de investigación se estaban fortaleciendo, pero en cualquier caso la importancia

---

<sup>180</sup> FNICER (1935), pp. 16-17.

<sup>181</sup> En el gráfico 2 se observan otras dos líneas de gastos para el año 1933: la de la Expedición al Amazonas y la de los gastos de la oficina de la FNICER. Como ya se ha indicado anteriormente, sería equívoco incluir los gastos de la Expedición al Amazonas como parte de un proyecto de la FNICER, más bien hay que interpretarlos como el fruto de una estrategia del Gobierno para financiar un evento, que sin dejar de ser científico, en poco respondía a los principios de la FNICER. Con respecto a los gastos de la oficina sólo cabe indicar lo reducido de su cuantía.

de la investigación aplicada frente a la básica era pequeña. El conjunto de instituciones dedicadas a la investigación científica anteriores a la contienda civil se asentaba en su mayor parte en los laboratorios de ciencia básica promovidos por la JAE<sup>182</sup>, mientras que la FNICER no dejaba de ser una iniciativa muy nueva que no podía compararse ni en el tamaño ni en el gasto con la JAE —véase el gráfico 2.3—. Ahora bien, su potencialidad era notable a juzgar por el interés del Gobierno, mas la guerra hizo acto de presencia.



### 3.3. El desmantelamiento de las instituciones científicas de la Junta para Ampliación de Estudios.

La situación de la FNICER en 1936 recuerda a la del Laboratorio General de Ensayos y Acondicionamientos en 1923. Nuevamente un golpe de Estado rompía la

<sup>182</sup> El proceso de *institucionalización* en España de la investigación básica ha sido expuesto de forma sistemática por Sánchez Ron —Sánchez Ron (1988b)—.

segunda tentativa por *institucionalizar* la investigación científica aplicada y de desarrollo experimental.

Los centros científicos bajo la política del Primer Franquismo no pudieron conservar el nivel alcanzado por la investigación antes de la guerra civil. Ello fue debido a la falta de capital humano altamente cualificado, prematuramente desaparecido a causa de los combates, las ulteriores purgas y represiones políticas y, la consecuencia indirecta de éstas dos últimas: el exilio<sup>183</sup>.

En otros trabajos se ha llegado a una estimación de los efectos que debieron tener aquellos acontecimientos para con los científicos<sup>184</sup>. Un análisis de los *Escalafones Generales de los Catedráticos de las Universidades* para los años 1898, 1920, 1935 y 1948<sup>185</sup> ha servido para presentar una estimación de la incidencia de la guerra civil, el exilio y la purga franquista sobre los catedráticos<sup>186</sup>. Del estudio de los *Escalafones* se desprende que tras la brecha de la contienda y la purga franquista el ritmo de generación de cátedras se recuperó rápidamente, alcanzándose unos niveles tales, que ya en 1940 era evidente que se había restaurado la tendencia de antes de

---

<sup>183</sup> Como señala J. Catalán la guerra civil y la posterior represión hicieron que se perdiera entre un 3 y un 4 % de la fuerza de trabajo, lo cual superó a las pérdidas durante la II Guerra Mundial de países como Francia o Italia. España, tan sólo fue rebasada por Grecia que perdió el 6 %. Es el quebranto causado a los conocimientos técnicos, por la contienda y la represión posbélica, una de las claves principales para entender la lenta recuperación de los años cuarenta —Catalán (1989b), p. 89 y Biescas (1980), p. 21—. A esto habría que sumar que, ante el peligro de invasión durante la Segunda Guerra Mundial y posteriormente, en los años cuarenta se mantuvieron varios reemplazos movilizados, lo que "significaba retirar de la producción el capital humano más productivo." González (1990), p. 23.

<sup>184</sup> No existen muchos análisis cuantitativos sobre el capital humano en esta época, pero como indicativo de ellos valga el trabajo de S. Garma y J. M. Sánchez Ron —Garma y Sánchez Ron (1989)— sobre la Universidad de Madrid y el CSIC. Por su parte J. Senent-Josa señala que:

Una encuesta realizada en 1942 entre españoles refugiados en Francia establecía la presencia de 1.643 médicos, 1.224 abogados, 431 ingenieros y técnicos, 216 profesores de enseñanza media, 156 profesores universitarios (de los 550 existentes en España en 1936 [J. Senent-Josa debe referirse a catedráticos, ya que 550 era el número de estos antes de la guerra civil]) entre los que figuraban 7 rectores, 817 diplomados universitarios, 243 escritores y periodistas." —Senent-Josa (1977), pp. 36 y 37—.

C.M. Rama va más allá y señala que los intelectuales exiliados representaban alrededor del 90 % de la *intelligentzia* española —Rama (1976), p. 405—. Por su parte, M. Ballbé señala que en 1948 los tribunales militares depuraban una media de ochocientas personas al año durante el decenio de los años cincuenta —Ballbé (1992)—. Los trabajos sobre casos particulares de personas o regiones que sufrieron la represión de la posguerra son más abundantes —Albarracín (1985), Olange de Ros (1985) y Calvo (1992)—.

<sup>185</sup> La colección más completa de los *Escalafones* se encuentra en el Archivo General de la Administración (Alcalá de Henares), pero en el archivo de Madrid (Arganzuela) del Ministerio de Educación y Ciencia existe otra con un documento muy interesante; el *Escalafón* del año 1935 que debió ser usado para realizar el de 1948.

<sup>186</sup> López García (1991).

la guerra, pero ésta normalización era del todo falsa. Muchos de los nuevos catedráticos tenían una formación de peor calidad en relación a los desaparecidos, es decir, entraron como catedráticos profesores de mayor edad que de no haber mediado la guerra y sus consecuencias difícilmente hubieran llegado a la cátedra. Aunque algunos profesores jóvenes tuvieron un rápido ascenso, lo cierto es que la edad de acceso a la cátedra se retrasó para el conjunto del escalafón. La purga, la guerra y la mortalidad hicieron del escalafón de catedráticos de 1948 un escalafón con una estructura de edades de acceso a la cátedra mayor que la que se había logrado en 1935, debido a la entrada de nuevos catedráticos cuya edad era considerable, pero sobre todo a que la purga se había llevado a cabo entre los catedráticos más jóvenes y entre los que antes habían conseguido acceder a la cátedra. Esto como es lógico envejecía la edad media de los catedráticos y avanzaba la edad media con la que se había accedido a la cátedra. La desaparición de los catedráticos del *Escalafón* de 1935, que presumiblemente deberían haber estado en el *Escalafón* de 1948, deformó la estructura de edades de acceso a la cátedra, retro trayéndola a una situación propia del *Escalafón* de 1920. El franquismo había deshecho la labor de renovación de los años veinte y treinta, época en la que habían entrado catedráticos jóvenes y con perfil investigador. En pocos años la política educativa franquista intentó paliar la brecha, pero indudablemente no se pudo improvisar la calidad del capital humano que se había "perdido"<sup>187</sup>.

Las conclusiones preliminares arrojaron que la purga, por sí misma, mermó en no menos de un 10,6%<sup>188</sup> al grupo más capacitado para la investigación aplicada de entre los científicos: los catedráticos de universidad de las facultades de ciencias naturales y exactas.

---

<sup>187</sup> López García (1991).

<sup>188</sup> Este porcentaje se refiere a los catedráticos dedicados a las áreas de ciencias naturales y exactas y, entre las ciencias sociales, sólo las económicas. Los datos para el conjunto de catedráticos pueden consultarse en López García (1991). La purga en las ciencias naturales fue superior porque mayor era el compromiso político de los científicos de las áreas de ciencias naturales y exactas que de los de ciencias sociales con la República —Glick (1988b), p. 299—. El ejemplo más representativo sería Juan Negrín López fundador de la escuela española de fisiología, base de la formación del Nobel Severo Ochoa, y Primer Ministro del Gobierno de la Segunda República desde mayo de 1937 hasta la derrota —Casado de Otaola (1992)—.

El daño causado al capital humano no fue sólo su desaparición física. También hay que tener presentes las consecuencias como la pérdida de calidad del conjunto de catedráticos y las rupturas de sus líneas de trabajo y, por tanto, en la política de docencia e investigación. Si la Universidad salió dañada, mucho peor fue el perjuicio causado a las instituciones científicas ligadas con cualquiera de los principios renovadores de la JAE.

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) fue el sucesor en todos los órdenes de la JAE, ya que se quedó con sus instalaciones, fondos científicos y materiales de laboratorio, a la vez que heredaba las partidas presupuestarias del Estado y buena parte de la ordenación de gastos por áreas científicas —véanse los gráficos 2.4., 2.5. y 2.6.—<sup>189</sup>. Esta estructura de los gastos se contradice con las tesis mantenidas por autores como: L. Camón, J.L. Peset, C. López Fernández y E. Criado, entre otros, que toman la ley fundacional del CSIC como si fuera un reflejo fiel de lo que era e iba a ser su devenir, sin apreciar su contenido ideológico y propagandístico<sup>190</sup>. La excesiva importancia dada al texto legislativo de la creación del Consejo conduce a magnificar ciertos aspectos del CSIC, como puedan ser su función como centro de producción ideológica, o el haberse relegado a las ciencias naturales a un plano muy inferior en comparación a lo sucedido en la JAE. Las partidas presupuestarias, cuya fiabilidad es máxima a juzgar por los documentos consultados de la contabilidad interna de los patronatos del CSIC, indican, como se aprecia en los gráficos 2.5. y 2.6., que la estructura del gasto del CSIC no difiere de la de la JAE, al menos hasta 1947-48. Por ello resulta un tanto desigual el análisis de G. Pasamar. Este autor ofrece una visión distorsionada de los primeros años del CSIC debido a que su análisis se centra en las ciencias sociales, en especial en la historia, y suele caer en la tentación de identificar la parte por el todo<sup>191</sup>. No es válido, como él

---

<sup>189</sup> Pasamar Alzuría (1991), p. 43-46.

<sup>190</sup> Camón (1978), p. 75 y 76; Peset (1986), p. 38; López Fernández (1987), p. 169 y Criado (1990), p. 116 y 117.

<sup>191</sup> Pasamar analiza la contabilidad del CSIC para, como él dice: "entender el desigual reparto de prebendas académicas". Con tal fin nos presenta el cuadro titulado *Inversiones y gastos realizados por el CSIC (años 1940-1950)* —Pasamar (1991), pp. 51-57.— en el que no da explicaciones de en qué se gasta una media para el quinquenio 1940-45 del 22,1% de los gastos, y para el siguiente quinquenio una media anual del 46,2% de los gastos, o lo que es lo mismo, que su análisis desprecia aproximadamente un tercio del gasto anual. Tampoco presenta en el cuadro el fenómeno de la elevación del gasto en investigación técnica que hemos presentado en el gráfico 3, aunque sí dice que desde 1946 se advierte "una voluntad —es decir una necesidad— de poner soluciones «autárquicas» por la vía de la financiación



mantiene, generalizar diciendo que el "Consejo fue una manifestación de las funciones científicas y culturales de ciertos catedráticos de la Universidad Central", aunque agregue una matización que parece indicar que esto sucedía especialmente en el caso de Filosofía y Letras. Sin entrar en lo que era o dejaba de ser el Consejo en su conjunto, lo cierto es que desde 1946, siguiendo el propio razonamiento de Pasamar, que utiliza la contabilidad del CSIC para apuntalar sus tesis, la mitad del CSIC era en lo relativo a gastos e inversiones el Patronato "Juan de la Cierva" (PJC), y éste era una pieza del modelo económico dirigista defendido por hombres como Suanzes o Planell, ejecutado administrativamente por Lora Tamayo y, desde el punto de vista de la investigación, llevado a cabo por una diversidad de científicos que difícilmente podían hacer de sus institutos "mandarinatos", ya que las directrices se decidían en la organización central del Patronato. El análisis de Pasamar es válido para las ciencias sociales, pero sólo para ellas. Aunque él lo niegue el CSIC, a través del PJC, sí poseyó alguna participación en supuestos procesos de crecimiento económico<sup>192</sup>.

Tampoco se puede afirmar sin más, que el CSIC "dispuso, a diferencia de las universidades, de una seguridad presupuestaria absoluta, porque sus ingresos más importantes procedían de una creciente subvención del Ministerio de Educación Nacional."<sup>193</sup> Que la universidad sufriera más penurias no quiere decir que el CSIC estuviera libre de ellas. Según las *Actas de la Comisión Permanente del PJC* desde 1946-47 los patronatos de ciencias naturales no aplicadas solicitan una equiparación de sueldos y medios con el PJC, el cual responde concediendo un dinero para apoyar a las investigaciones en "ciencias puras" del CSIC —aproximadamente un millón de pts. anuales— y creando un apartado llamado de Trabajos Subvencionados, que supusieron entre el 1 y el 3 % de los gastos anuales en el período 1948-1958.

---

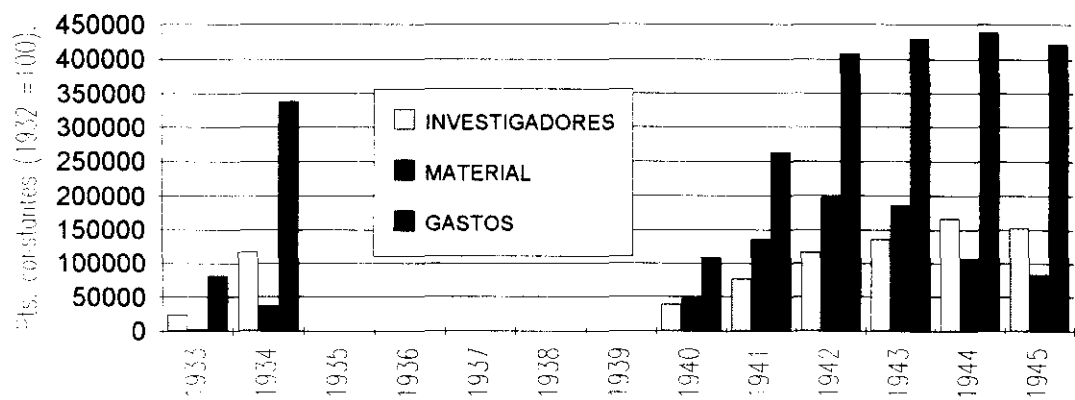
del Patronato *Juan de la Cierva* de Ciencias Aplicadas." —Pasamar (1991) p. 49— Pero lo cierto es que cuesta advertirlo y su análisis es contradictorio, puesto que en su cuadro hace depender al PJC de otro Ministerio —que no especifica— a partir de 1946, hecho totalmente falso (véase la nota a las fuentes del cuadro *Inversiones y gastos realizados por el CSIC (años 1940-1950)* —Pasamar (1991), p. 57—. En resumen, Pasamar utilizando los datos de los *Créditos afectos al Consejo (CSIC) del Presupuesto del Ministerio de Educación Nacional* indica que desde 1946 en el CSIC se da un tirón de la ciencias naturales protagonizado por el PJC, pero a la vez mantiene que desde ese año el PJC no pertenece al Ministerio de Educación Nacional.

<sup>192</sup> Esta última frase se toma de Pasamar pero en un sentido totalmente diferente —Pasamar (1991), p. 49—.

<sup>193</sup> Pasamar (1991), p. 49.

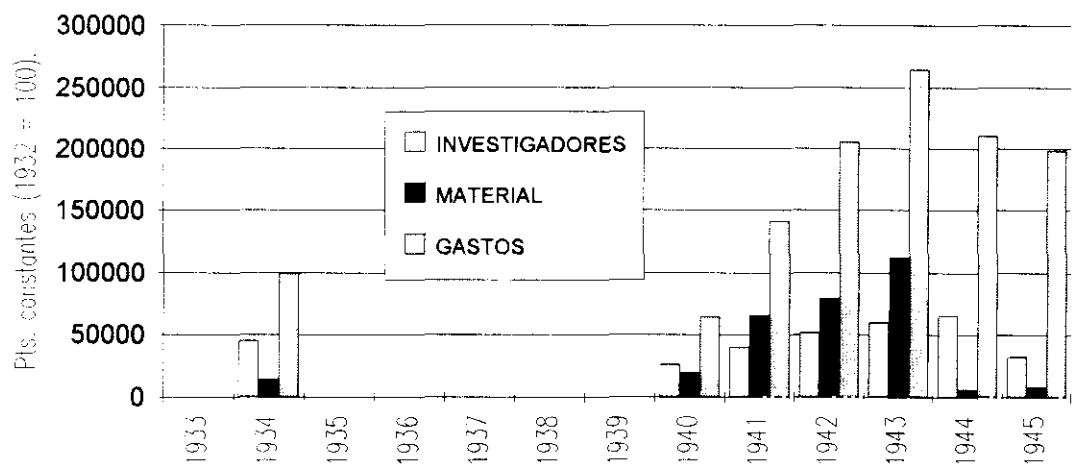
Además, en pesetas constantes la subvención del Ministerio de Educación Nacional se quedó prácticamente estancada desde 1949 hasta 1962 en lo que respecta al PJC.

**GRAFICO 2.4. Gastos de la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas y del Patronato "Juan de la Cierva", 1933-1945. (Gastos en investigadores, en material y gastos totales).**



Fuente: CUADRO - FNICER-PJC 2. Apéndice estadístico.

**GRAFICO 2.4 BIS. Detalle de los gastos del Instituto "Leonardo Torres Quevedo", 1934-1945.**



Fuente: CUADRO - FNICER-PJC 4. Apéndice estadístico.

Ciertamente la brutalidad franquista no se puede determinar por apreciaciones derivadas de la lectura de la ley fundacional del CSIC, ni se puede argumentar nada sobre el CSIC olvidando al PJC. En este sentido han sido más clarividentes los análisis de P. González Blasco, J. Blanco y J. López Piñero:

El CSIC, en su intento de proseguir la tradición nacional, rompió con el reciente, y en gran parte logrado, intento de la Junta para Ampliación de Estudios, con lo que creó un cierto vacío. Esto se refleja en el reclutamiento de los investigadores: sólo el 5 por 100 de los mismos que trabajaban en el CSIC en 1955 habían publicado algo con anterioridad a 1940 (...) en 1955, el CSIC es ya una vasta organización por lo que respecta a edificios, pero es harto débil en cuanto a elemento humano y a productividad. Entre 1940 y 1955 de un total de 7 patronatos, con 53 institutos, nos encontramos con que aproximadamente el 50 por 100 de los institutos u organizaciones similares cuentan sólo con un colaborador o investigador. (...) podríamos hablar de un investigador calificado ocupado de su propia investigación. En total, tenemos 157 científicos (colaboradores o investigadores) en 53 grandes unidades. La proporción es de tres investigadores por cada unidad mayor. (...) 26 colaboradores representan cada uno individualmente a uno de los institutos, secciones o centros del CSIC.<sup>194</sup>

Estos autores, al estudiar en su conjunto el CSIC, presentan una realidad aún menos desastrosa de lo que era<sup>195</sup>. El PJC ofrecía mejores ratios que el resto del CSIC, sobre todo en el número de investigadores por instituto o dedicados a un proyecto, con lo que la situación en los otros Patronatos era, con algún instituto excepcional, aún más lamentable que la expuesta por González, Jiménez y López. Pero a la vez hay que señalar que para medir la actividad del PJC, que recordémoslo sería en términos de gasto ya en 1946 la mitad de la del CSIC, no es válido utilizar sólo la producción de artículos, ya que este aspecto era secundario para el PJC, mucho más interesados en realizar servicios a las empresas, informes para la toma de decisiones económicas y, en todo caso, patentes. Esta es una de las razones por la

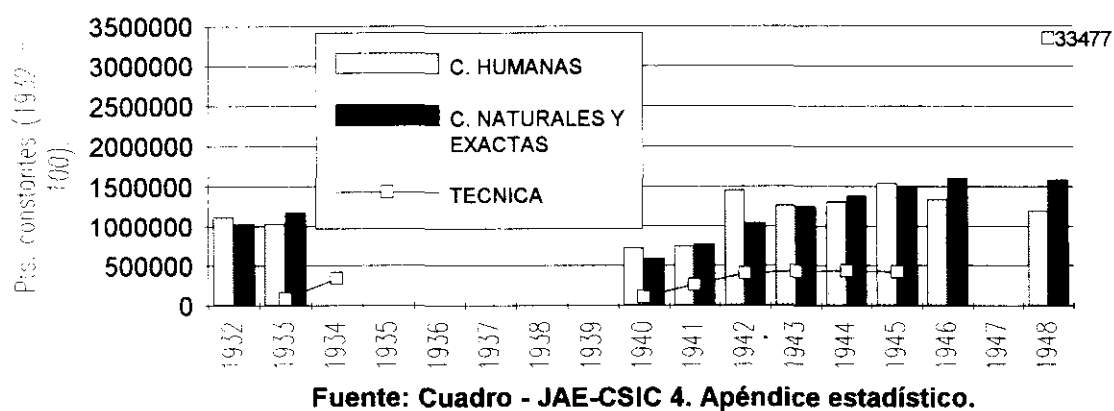
---

<sup>194</sup> González Blasco, Jiménez Blanco y López Piñero (1979), pp. 131-133.

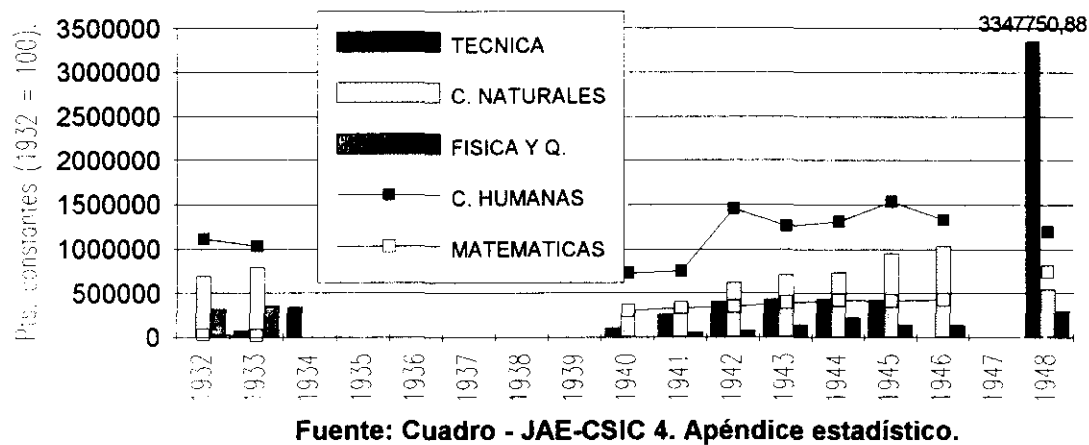
<sup>195</sup> Las apreciaciones de Pasamar sí estarían justificadas para los Patronatos del CSIC con excepción del PJC, y en especial para los de ciencias sociales, en los que sí se podría hablar del CSIC como un instrumento más en el "proceso de ocupación de cátedras como forma de acceso al control de importantes parcelas de poder universitario (e indirectamente político) y lo que implicó en las élites culturales de postguerra al apoyo explícito al Régimen o la aceptación de la situación dada con la victoria del franquismo en la Guerra. Esto último explica que el Consejo Superior fuese adquiriendo unas funciones políticas cuyo análisis es tan importante como su propia actividad científica." —Pasamar (1991), p. 49.—

que he preferido utilizar a lo largo de mi investigación los proyectos de investigación como indicadores más fiables de la actividad del PJC.

**GRAFICO 2.5. Gastos por áreas científicas de investigación en la Junta para Ampliación de Estudios y en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (1932-1948).**



**GRAFICO 2.6. Gastos por áreas científicas de investigación en la Junta para ampliación de Estudios y en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1932-1948. (Desglose de las ciencias naturales y exactas).**



Lo que sí está muy claro es que el CSIC no heredó el personal científico de la JAE, el cual fue prácticamente sustituido en su totalidad. De los 316 miembros de la JAE (incluyendo la FNICER) de 1934 el CSIC de 1941 sólo mantuvo a 15. La purga franquista y el *autoexilio* sumados debieron de causar no menos del 60% de las bajas de los antiguos científicos de la JAE<sup>196</sup>. La gravedad de la depuración en la JAE condujo a una escasez de capital humano tal, que en 1941 el número de investigadores del CSIC era sólo de 123, es decir, aproximadamente un 40% del personal que tenía la JAE en 1934. Frente a esta insuficiencia de capital humano el CSIC intentó paliar la situación ampliando la dotación económica e iniciando una política de construcción de instalaciones, que al año siguiente, es decir 1942, le llevaría a superar el presupuesto de la JAE de 1934 —véanse en el gráfico 2.4. las partidas de gastos—.

Se puede decir que la transición entre la JAE y el CSIC fue de las más traumáticas, con respecto al personal, acaecidas entre las instituciones públicas. Sin embargo, en lo referente a los presupuestos y su estructura de gastos por áreas científicas —véanse los gráficos 2.3., 2.5. y 2.6.—, así como a los edificios y al material de laboratorio (gráfico 2.4), hubo evidentes continuidades que los responsables del CSIC no ocultaron:

La Secretaría ha efectuado una minuciosa revisión del abundante material dejado por la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones en material de intercambio científico (...).

Se han iniciado los trabajos de difusión en todos los Centros intelectuales extranjeros, bibliotecas, casas editoriales, etc., enviando el folleto del CSIC para dar a conocer la organización del mismo, y para reanudar todas las relaciones que los Centros hispánicos y los estudiosos de asuntos hispánicos en el extranjero tenían antes con la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas.<sup>197</sup>

El CSIC se impuso como heredero de la JAE, y también de la FNICER. La estructuración del CSIC por patronatos, que se correspondían con áreas científicas

---

<sup>196</sup> Los datos de la purga en la JAE —incluyendo a la FNICER— se han obtenido cruzando los nombres de los miembros de la JAE, según la *Memoria de 1934*, con los del CSIC, según la *Memoria de 1940-41* (CSIC, 1942). Se ha dejado un margen de error tan alto porque en años sucesivos fueron incorporándose al CSIC otros antiguos miembros de la JAE, pero en una cifra muy reducida —no más de 10—. Además 17 altos miembros de la JAE, que no entraron en el CSIC, mantuvieron su cátedra o la ganaron en esos años, y otros 9 mejoraron como funcionarios su puesto en la Administración.

<sup>197</sup> 1º Pleno 28 de octubre de 1940. CSIC (1942), pp. 9-10.

muy delimitadas, replanteó la adscripción de los antiguos institutos de la JAE y la FNICER. El Patronato "Juan de la Cierva" del CSIC se arrogó parte de los objetivos, instalaciones e incluso una porción del antiguo personal de la Fundación<sup>198</sup>.

La heterogeneidad inicial de la FNICER, debida en buena medida a que era una institución incipiente y que por tanto reunía iniciativas de muy diversa índole, quedó restringida, ya que el Patronato tenía el objetivo inicial de realizar sólo investigación técnica con una clara vocación de trabajo en el desarrollo experimental al servicio de la industria. Los institutos adscritos a la FNICER que no respondían a este principio fueron asignados a otros patronatos especializados. La parte del Instituto Cajal que había absorbido la FNICER se recolocó en el Patronato "Santiago Ramón y Cajal" de Investigaciones Biológicas. Como el área de ciencias naturales había sufrido la purga con una virulencia especial, y el propio Ramón y Cajal había fallecido en 1934, hubo que echar mano de otros centros para achicar la pérdida. Fue así como Juan Marcilla, antiguo director del CIV de la FNICER pasó a ser el director de la Sección de Biología del nuevo Instituto "Santiago Ramón y Cajal". Esta medida implicaba la desaparición del CIV, a lo que también contribuyó el hecho de que este centro formaba parte de la política de reforma agraria a pequeña escala y de modo experimental, medidas ambas alejadas de la política agraria del nuevo régimen. De igual manera dejaba de tener sentido el otro instituto de la FNICER con espíritu reformador: el IEIE. Sin embargo, parte de sus objetivos fueron recogidos por el Instituto de Estudios Fiscales del Ministerio de Hacienda. El Seminario Matemático pasó a ser el Instituto "Jorge Juan" de Matemáticas dentro del Patronato "Alfonso el Sabio", dedicado a las ciencias exactas, la física y la química. Del Laboratorio de Química Orgánica de Salamanca, recién adscrito en 1934 a la FNICER, nada más se supo. La Exploración del Amazonas quedó olvidada, así como la Ascensión a la Estratosfera, lo cual no es extraño, ya que ambas iniciativas estuvieron respaldadas durante la República por la parte más avanzada y progresista del ejército. No se puede olvidar que la Ascensión era un proyecto del republicano Comandante Emilio Herrera.

---

<sup>198</sup> Una muestra más de la continuidad entre la FNICER y el Patronato "Juan de la Cierva" es que el propio J.A. Albareda empieza por citar a la FNICER para situar los orígenes del Patronato. En contra de la opinión partidista de J.M. Albareda la FNICER no "disociaba" la investigación de esta institución con respecto a la Universidad, ni partía de cero sin tener en cuenta los trabajos de la JAE. En realidad era todo lo contrario —Albareda (1951), pp. 389-396—.

El único instituto que permaneció de la FNICER en el nuevo Patronato fue el "Torres Quevedo". Su dirección fue asumida por J.M. Torroja Miret, antiguo subdirector del Laboratorio cuando lo lideraba Leonardo Torres Quevedo, que había fallecido en 1936. El llamado ahora Instituto "Torres Quevedo" volvía a ser el núcleo de la *institucionalización* de la investigación técnica. Había sido el eje de la FNICER y en esta nueva ocasión le tocaba ser la piedra angular del Patronato "Juan de la Cierva"<sup>199</sup>.

La FNICER había sido desmantelada. Parte de sus objetivos, los que no tenían implicaciones de reformas económicas, pasaban a ser abanderados por el Patronato "Juan de la Cierva", lo cual hacía que la nueva institución sólo retomara como herencia del pasado la tradición investigadora y científica del Laboratorio "Torres Quevedo", reafirmada en el hecho de que su nuevo director era el más oportuno, ya que antes había ejercido la subdirección. El inédito Patronato guardaba semejanzas con la FNICER en sus objetivos y en la manera de conseguirlos. Ambos apoyaban a institutos que ya existían como fórmula para avanzar inicialmente. En algunos casos el apoyo fue fundamental para el instituto integrado en su ámbito de acción -Instituto Cajal en el caso de la FNICER e investigaciones de otros patronatos en el caso del Patronato como veremos más adelante-. En ambas instituciones parece haber habido una decisión política previa en favor del fomento a la investigación técnica aplicada - que se traslució en los Presupuestos del Estado-, cuya aplicación se llevó a cabo de tres maneras: por una parte la extracción de la investigación técnica y aplicada de institutos dedicados a investigación básica, por otra la creación de nuevos institutos netamente aplicados, y por último la potenciación de los institutos de investigación técnica aplicada que ya existieran. Ahora bien, si el Patronato tenía antecedentes de y semejanzas con la FNICER, también inauguraba una nueva política científica desde el momento de su creación.

---

<sup>199</sup> Para una apreciación de la importancia del Instituto "Torres Quevedo" dentro de la FNICER y dentro del Patronato "Juan de la Cierva" véase el gráfico 4 bis.

### CAPITULO 3. LA POLITICA ECONOMICA Y LA REORGANIZACION DE LA POLITICA CIENTIFICA Y TECNOLOGICA EN EL PRIMER FRANQUISMO.

#### 3.1 La política económica del primer franquismo.

Antes de continuar con la organización del Patronato "Juan de la Cierva" (PJC) se impone saber algo más acerca del modelo de industrialización que inspira la política industrial del primer franquismo, en el que Suanzes adquiere un papel dirigente y dentro del cual el PJC aparece en 1946 como una institución esencial. Para acercarnos a la política económica del período merece la pena plantearse hasta qué punto el modelo de industrialización dirigido por Suanzes y representado por el INI, era un proyecto para ponerse al día con respecto a los países avanzados en el terreno industrial, y por tanto, hasta qué punto se puede estudiar, también, como un fenómeno de acercamiento tecnológico a semejanza del descrito en la sección teórica de esta tesis. Con estas dos cuestiones quiero introducir tres ideas que se desarrollan en este capítulo de síntesis bibliográfica:

— Primera, que la autarquía económica plena fue una experiencia muy limitada en el tiempo (1938-1944), pero en la cual estuvieron presentes todas las opciones de política económica que se desarrollarían al menos hasta 1959, incluida la política de sustitución de importaciones.

— Segunda, que el INI, con Suanzes, era una organización plenamente coherente con el objetivo de la sustitución de importaciones. Esto determinó recelos persistentes en el traspaso de la iniciativa a la actividad privada una vez conseguido un cierto grado de industrialización, que se alcanzó cuando el valor añadido bruto del sector secundario superó al agrícola, hecho que acaeció en 1951.



— Tercera, que la política de sustitución de importaciones no puede entenderse como una serie de principios sin sentido económico alguno, ni como el fruto de las guerras y bloqueos, sino como una política económica decidida, que intentó mantener un proyecto de industrialización forzado<sup>200</sup>. Ahora bien, cada vez tuvo menos posibilidades de adaptarse a las cambiantes situaciones económicas exteriores e interiores, llegando el momento en que el sistema degeneró, ante la creciente dependencia de nuevas importaciones para sustituir un flujo precedente de importaciones.

Aparte de estas tres ideas también quiero destacar el hecho de que el período de tiempo que transcurre entre 1938 y 1963 tiene, desde el punto de vista de la concepción y la ejecución de la política económica, un protagonista relevante: Suanzes. Durante esta etapa este hombre siempre ostentó uno, dos o incluso tres puestos claves en la política económica española. Desde sus cargos como Ministro de Industria y Comercio (1938-1939 y 1945-1951), como Presidente del INI (1941-1963) y como Presidente del PJC (1942-1963), fue el mayor y más constante defensor de la planificación, el dirigismo económico y la política de sustitución de importaciones. Durante el lapso temporal indicado, la actuación de Suanzes se transformó desde la economía de guerra (1938 a 1939) hasta una política de sustitución de importaciones en desintegración (1958 a 1963). Entre medias asistimos al crecimiento y desarrollo de la política de sustitución de importaciones o, desde otro punto de vista, como señala M.J. González, a la transformación de un escenario dirigista y cerrado en un espacio abierto a los aires de Occidente y del mercado, cuyo instante culminante fue el año 1959, cuando chocaron y a la vez se dieron el relevo las dos ideologías:

la que había prevalecido en los mejores momentos del sistema dirigista y la que preconizaban los nuevos hombres públicos asesorados por un grupo de

---

<sup>200</sup> García Delgado (1989), pp. 165-170 y García Pérez (1992), p. 490. P. Fraile da una interpretación sobre la sustitución de importaciones con anterioridad a la postguerra española —Fraile (1991), cap. 7—.

economistas que trabajaban en la Administración. (...) una, la ideología de mercado, propugnada desde fuera por los Organismos internacionales y desde dentro por los nuevos protagonistas de la política económica. Otra, la ideología intervencionista que subsistía como inspiradora de la política industrial.<sup>201</sup>

Se trata, por tanto, del enfrentamiento entre dos modelos de desarrollo económico —de *ingenierismo versus* economía liberal—, que en cada momento se presentaron haciendo hincapié en uno u otro factor económico y defendidos con mayor o menor éxito por sus protagonistas<sup>202</sup>.

Este apartado se divide en dos subapartados. En el primero se presenta una aproximación a la economía política del franquismo desde 1939 hasta 1959. El segundo es un intento de personalizar en la figura de Suanzes el modelo económico predominante que se puso en práctica entre 1938 y 1963 a través del proyecto de industrialización basado en el INI. A través de estos apartados he intentado aproximarme al proyecto industrial de Suanzes y al ambiente de la economía política del momento en donde se encuadró el PJC. No ofrezco un panorama general de la economía. Por ello, los problemas de la actividad privada sólo afloran en relación a las actuaciones del poder público<sup>203</sup>. Este hecho no es un inconveniente para la presente tesis, ya que la investigación científica y tecnológica estaba concentrada en las instituciones públicas. No obstante, queda por hacer el estudio del problema de la renovación y la difusión de las técnicas, al menos con anterioridad a los años sesenta<sup>204</sup>, en las empresas privadas, las cuales se vieron sometidas, por la falta de movilidad del capital y de relaciones internacionales, a una fuerte restricción de

---

<sup>201</sup> González (1979), p. 12, 16 y 31.

<sup>202</sup> Velasco (1984); Velarde (1990), pp. 15-36 y (1990b), pp. 124-132; Carande (1941) y Robert (1943).

<sup>203</sup> Los autores que se han ocupado del fenómeno del "mercado negro" son los que mejor pueden explicar el funcionamiento del conjunto de la economía, aunque sus estudios suelen fijarse en la agricultura —Garrabou, Barciela y Jiménez Blanco (eds.) (1986); Barciela (1989) y (1989b); González (1990) y Naredo (1991)—. Las mejores aportaciones por el lado del análisis de la industria en su conjunto son las de J. Catalan —(1989a) y (1989b)—, a las que hay que sumar los estudios sectoriales o regionales como los de J. Calvet y M. González Portilla —Calvet (1992) y González Portilla (1989)—. También es interesante el planteamiento de M.J. González para entender las conexiones de la política económica con la realidad económica —González (1990)—.

<sup>204</sup> A partir de esa fecha existe el trabajo de Braña, Buesa y Molero —Braña, Buesa y Molero (1984), pp. 277 y ss—.

tecnología tanto incorporada (bienes de capital) como a través de contratos de asistencia técnica<sup>205</sup>.

---

<sup>205</sup> Ros Hombravella (1978), p. 158. Además, la iniciativa privada no tenía incentivos para aumentar, por sí sola, la eficacia técnica, obtener mayor productividad y hacer un uso adecuado de los recursos —González (1990), p. 27—.

### 3.1.1 La economía política del franquismo: entre la autarquía y la sustitución de importaciones (1939 - 1959).

R. García Pérez ha definido el *programa autárquico* como un "crecimiento industrial sobre base militar para sostener una política exterior expansionista"<sup>206</sup>. Desde esta perspectiva la autarquía sería un fenómeno muy limitado en el tiempo, que tuvo sentido mientras existió una situación exterior favorable. Pero, al ser ganada la guerra mundial por los aliados los principios de la autarquía variaron considerablemente, rebajándose las propuestas de expansión territorial y autoabastecimiento, a la vez que se fortaleció la política de sustitución de importaciones. Es difícil negar que esta política no guiaba al Gobierno desde 1945 cuando su Ministro de Industria y Comercio, Suanzes, fue el mayor ejecutor de la misma. Sin embargo, según A. Viñas la política económica de la autarquía se fundó desde el primer momento en "una desconfianza profunda frente al exterior, basada en una determinada concepción de las relaciones con el entorno y no en la sustitución de importaciones."<sup>207</sup> Sobre esta idea incide A. Carreras, para quien la política de sustitución de importaciones fue más característica de los años cincuenta que de los cuarenta, puesto que en estos últimos dominó la autarquía, "un estado de guerra permanente" que significaba "prescindir enteramente de las importaciones y convertirse en enteramente autosuficiente."<sup>208</sup>

La controversia procede, a mi entender, de la relativa buena prensa que ha tenido la política de sustitución de importaciones —"con todas sus limitaciones y sus virtualidades"<sup>209</sup>— de los años cincuenta como base del crecimiento de los años sesenta. La buena prensa viene de que aún no ha sido totalmente superado el libro

---

<sup>206</sup> García Pérez (1990) y (1992b). También se denomina a la autarquía plena como autarquía de expansión por estar ligada al imperialismo. En oposición estaría la autarquía de repliegue anclada en el proteccionismo —Ros Hombravella (1978), p. 171—.

<sup>207</sup> Viñas (1984), pp. 208-210.

<sup>208</sup> Carreras (1988), p. 150.

<sup>209</sup> Carreras (1990), p. 85.

que escribiera en 1976 J. Donges *La industrialización en España*<sup>210</sup>. Por ello, existe el reparo de limitar la autarquía en el tiempo, porque ello significa que se puede fijar el inicio de la política de sustitución de importaciones pronto, por ejemplo en 1945, pero eso no representa que la política económica dejara de ser injusta, y que se pusieran unas bases incorrectas de crecimiento. La realidad es que la sustitución de importaciones sirvió desde el principio como un instrumento más para una nueva distribución de la riqueza. Un repaso del período sirve para aclarar estos conceptos.

La autarquía económica plena sólo tuvo la posibilidad de llevarse a efecto entre 1939 y 1944, mientras España mantuvo, por una parte, sus posibilidades de expansión territorial en el norte de África —aunque el sueño de un amplio espacio económico ya había sufrido un fuerte contratiempo en 1940, cuando Hitler negó a Franco la posibilidad de dominar la zona de Orán, todo Marruecos, el Camerún francés, así como de expandirse hacia el sur, hasta el paralelo 20 del Sahara—<sup>211</sup>, y por otro lado, mientras recibía la asistencia técnica de Alemania para industrializarse de forma rápida y apoyándose en la iniciativa pública<sup>212</sup>. En esta fase, única en la que tal vez las autoridades del momento tenían posibilidades de alcanzar una autarquía mayor, la política económica sostuvo una situación de posguerra con demasiadas características de economía de guerra y pocas de reconstrucción. Indudablemente, no se puede decir que la economía del primer franquismo fuese una economía de guerra, porque ésta había finalizado en 1939, pero desde luego un Gobierno que se gastaba las tres cuartas partes de sus Presupuestos Generales en defensa —entre 1935 y 1940 el 78 % del incremento del consumo público de debió a gastos militares, y entre 1942 y

---

<sup>210</sup> Donges (1976).

<sup>211</sup> Payne (1987), pp. 281-289 y Ros Hombravella y otros (1978), pp. 75-82. En el mes de septiembre de 1940 el ejército colonial francés se mantuvo fiel al Gobierno de Vichy y neutral frente al ataque de las tropas inglesas y francesas (Gobierno en el exilio) contra Dakar. Desde ese momento Alemania incluyó de nuevo a Francia en el reparto colonial, quedando los intereses españoles muy mermados —García Pérez (1993)—

<sup>212</sup> Los acuerdos de cooperación técnica entre Alemania y España del período 1940 y 1944 han sido estudiados por García Pérez —García Pérez (1992), pp. 482-511—.

1943 el 90 %— , policía y represión judicial está ciertamente muy cerca de ello<sup>213</sup>. Además, como señalan S.G. Payne y M. Jerez Mir hasta 1945 el personal militar ocuparía el 45,9 % de todos los cargos ministeriales y el 36,8 % de los puestos en el Gobierno:

La posición predominante en el nuevo Estado la tenían las Fuerzas Armadas, que habían iniciado el movimiento nacionalista y lo habían llevado a la victoria. Durante la primera fase de la posguerra, los militares jugaron un papel mucho más importante y ocuparon más altos cargos en el Gobierno y en el sistema administrativo que el partido único oficial. El Ejército no sólo había dado al Estado su base militar vital, sino que controlaba la represión y dirigía las fuerzas de la política, a través de sus cargos ministeriales era responsable de gran parte de la reconstrucción nacional y del nuevo programa de industrialización.<sup>214</sup>

Este estado de economía de guerra sin guerra estaba plenamente en consonancia con el ideario económico de Franco y su Gobierno en aquel momento. Como señala M.J. González , tras la derrota del Eje después fueron los factores ideológicos, como la oposición al orden liberal, el mimetismo con las políticas económicas alemana e italiana, el fetichismo industrialista y el nacionalismo defensivo, los que alentaron la política de intervención practicada en el decenio de 1940<sup>215</sup>. Franco creía que las teorías liberales y ortodoxas ya estaban anticuadas, y que por tanto las actuaciones económicas debían subordinarse a los intereses del Estado allí donde a éste le afectara. A ello añadía la obcecación con la idea de la inmensa riqueza natural de España, que serviría para levantar una economía en un buen grado autosuficiente<sup>216</sup>. Estas posiciones se plasmaron en un documento que firmó en octubre de 1939: *Fundamentos y directrices de un Plan de saneamiento de nuestra*

---

<sup>213</sup> Rama (1976), p. 385 y Carreras (1989c), p. 20. Para un estudio pormenorizado de los gastos en defensa véase: Gómez Castañeda (1985), pp. 28-30. M.J. González también incide en el militarismo del régimen —González (1990), pp. 23 y 24—. Por último señalar que las importaciones de material de guerra llegaron a suponer algunos años los mayores gastos de divisas, así por ejemplo en 1944 se registró una salida de 44 millones de dólares que suponía una cuarta parte de las divisas —Catalan (1989b), p. 90—.

<sup>214</sup> Payne (1987), p. 256.

<sup>215</sup> González (1979), p. 45.

<sup>216</sup> Idea que compartía con Suanzes —Suanzes (1943) y Sudrià (1992), pp. 8 y 9—.

*economía armónico con nuestra reconstrucción nacional*<sup>217</sup>. Mas este plan no llegó a ejecutarse. El ministro de Hacienda J. Larraz y los de Comercio e Industria L. Alarcón de la Lastra primero, y posteriormente D. Carceller lo transformaron en función de la situación exterior, relegando el proyecto de la autarquía plena al comercio exterior y a la política industrial. Fue en este último asunto donde se intensificaron las medidas. La Ley de Protección y Fomento de la Industria Nacional (octubre de 1939), la Ley de Ordenación y Defensa de la Industria Nacional (noviembre de 1939) y la creación del INI (septiembre de 1941), institución ésta bajo la dirección de Suanzes, fueron las bases para una ordenación industrial cuyos objetivos eran la defensa nacional y la consecución de la industrialización a través de la sustitución de importaciones y la inversión pública, evitando así la dependencia de las inversiones directas del extranjero. Esta legislación dejaba claro dos cosas. Primera, que no era un objetivo inmediato la satisfacción de las necesidades perentorias de la población, porque debido a esta política el Gobierno destinó en el período 1940-1958 el 60 % de las importaciones a insumos industriales, mientras que la importación de alimentos se situó en el 30 %<sup>218</sup>. Segunda, que si bien el nuevo régimen podía tener más o menos razón con respecto a la riqueza de los recursos naturales y a la disposición de mano de obra, sin embargo, olvidaba que si ambos factores habían sido explotados con relativa eficiencia y a gran escala anteriormente, ello había sido debido a que las inversiones extranjeras habían dotado a la economía española del factor que realmente le era escaso: el capital<sup>219</sup>.

En 1939 la posibilidad de industrializarse, por la vía de la autarquía, dependía en gran medida de los acuerdos a los que se llegara con Alemania al respecto de la

---

<sup>217</sup> Citado por A. Ballestero —Ballestero (1993)—. Es una lástima que esta obra tan actual no tenga un criterio más científico a la hora de citar las fuentes utilizadas.

<sup>218</sup> González (1979), pp 45-46—.

<sup>219</sup> A. Viñas señala que la legislación del 39 desalentó la inversión extranjera directa en la economía española —Viñas (1984), p. 211—, pero no desarrolla más este tema, volviendo a repetir sus apreciaciones de 1979 —Viñas, Viñuela, Eguidazu, Pulgar y Florensa (1979), I tomo, pp. 309 y 310—. No obstante, para R. Carr y J.P. Fusi este ostracismo con respecto al mercado internacional de préstamos significa que la directrices económicas eran ante todo decisiones políticas y no económicas —Carr y Fusi (1981), p. 52—.

asistencia técnica. Carceller inició las conversaciones con el Gobierno alemán para lograr un acuerdo que permitiese acometer un amplio plan de industrialización. El "Plan Carceller", así denominado por los alemanes<sup>220</sup>, fue un intento fallido de asegurarse el abastecimiento de productos intermedios claves en la economía española (carbón, lubricantes, gasolina y abonos nitrogenados), que incluía dos proyectos; uno de asistencia técnica consistente en el envío de una comisión de especialistas en hidrocarburos sintéticos, y otro de política económica en el que destacaba la colaboración del *Reichsamt für Wirtschaftsausbau* (Servicio de Desarrollo Económico) para diseñar un Plan General de Industrialización para España<sup>221</sup>.

El "Plan Carceller" nunca terminó de ponerse en práctica, pero en 1942 el INI organizó un periplo a Alemania con propósitos similares. J. Planell (ingeniero militar, administrador del INI, presidente de ENCASO y director del Instituto Nacional del Combustible del PJC), se trasladó allí con el propósito de obtener un acuerdo en transferencia de tecnología en materia de hidrocarburos. A este primer encuentro se uniría después Suanzes, el cual conseguiría un cierto compromiso de ayuda técnica para varios sectores de la industria pesada. Este proyecto se estimó que costaría al INI unos 100 millones de RM, y comenzó a mediados del año 1942 con la visita de una comisión de técnicos destinada a asesorar al INI en temas relacionados con la explotación de recursos naturales. La delegación estaba encabezada por Altpeter (encargado general del Plan Cuatrienal alemán), y empezó sus investigaciones a finales del mes de agosto<sup>222</sup>.

Los proyectos sobre los que trabajó la comisión alemana fueron: el tratamiento de la pizarras bituminosas de Puertollano (Ciudad Real), la destilación de lignitos de Utrillas (Teruel) y la construcción de una refinería en Escombreras (Cartagena). Se planteó un contrato de asistencia técnica entre el INI y la empresa pública alemana

---

<sup>220</sup> García Pérez (1992), p. 485.

<sup>221</sup> García Pérez (1992), pp. 485-487.

<sup>222</sup> Para más información véase: García Pérez (1992), pp. 494-499 y 573.



Mineralölbau, pero no se puso en marcha hasta que no se firmó, en el mes de diciembre de 1942, el convenio comercial general entre ambos Estados. Las negociaciones INI-Mineralölbau se reiniciaron, y finalmente en el mes de enero del año siguiente se rubricó un acuerdo por el que la empresa alemana canalizaba todos los pedidos del INI hacia las casas alemanas, lo que convertía a Mineralölbau en el interlocutor principal del INI en Alemania. La operación se cifró en 80 millones de RM para la primera fase<sup>223</sup>, y los suministros empezaron a llegar a lo largo de 1943 y 1944, pero el devenir de la guerra impidió que la transferencia tecnológica continuase<sup>224</sup>.

Del análisis que hace R. García Pérez de los contratos del INI con empresas germanas entre 1942 y 1945<sup>225</sup>, se desprende que la tecnología alemana fue decisiva, y prácticamente la única fuente disponible de conocimientos tecnológicos, en la puesta en marcha de buena parte de las empresas más carismáticas del INI, pero también señala que esta tecnología sólo se transmitió a partir de que creció la dependencia de Alemania con respecto a las materias primas españolas, y que la transferencia no cubrió el apartado de bienes de equipo. Todo ello es interpretado por García Pérez como prueba de que Alemania nunca hubiera estado dispuesta a permitir que España pudiera industrializarse, por lo menos no hasta el punto de que pasara a ser una potencia económica difícil de someter al orden económico que el Tercer Reich quería imponer en Europa <sup>226</sup>.

---

<sup>223</sup> García Pérez (1992), p. 576-579. Según A. Ballestero en 1944 los contratos con Alemania suponían unos pagos de 90 millones de RM repartidos entre 5 grandes proyectos: hornos de destilación de pizarras e hidrogenación (Lurgi y Farbenindustrie), refinería de Escombreras (Rheinmetall-Borsig), tuberías de acero (Mannesman) y centrales eléctricas (Man-Skod) —Ballestero (1993), pp. 141-142 y 147-150—.

<sup>224</sup> Los proyectos que debían haberse llevado acabo eran: la fábrica de destilación de pizarras bituminosas de Puertollano, los complejos de tratamientos de carbones de Utrillas y Puentes de García Rodríguez (La Coruña), la refinería de Escombreras, una instalación piloto en Berga (Barcelona), la construcción de hornos *Brassert* para las empresas La Felguera y Altos Hornos y, por último, una planta de tratamiento de piritas para la Sociedad Electromecánica de Córdoba —García Pérez (1992), p. 653, nota 65—.

<sup>225</sup> García Pérez (1992), pp. 879-888.

<sup>226</sup> García Pérez (1992), pp. 888-892.

Al término de la Segunda Guerra Mundial estaba claro que la autarquía plena era imposible de conseguir. También era palmario que no se había aprovechado la ventaja de la no beligerancia para haber vendido aprovisionamientos a los contendientes, explotando así las ventajas comparativas del momento, aunque entre algunos empresarios se planteó dicha posibilidad, pero desde 1943 la idea de una guerra larga que proporcionaría una fuerte demanda de productos españoles, se alejó<sup>227</sup>. La ayuda técnica alemana había desaparecido y la expansión territorial, que hubiera dado sentido a un autoabastecimiento, como base de la industrialización, estaba más en retroceso que en avance<sup>228</sup>. Además, a todo ello se sumaba un creciente bloqueo económico y político internacional con excepciones puntuales, amén de la ayuda argentina<sup>229</sup>. La economía de posguerra se alargó en el tiempo originando situaciones de economía de la miseria<sup>230</sup>, es decir, explotación extensiva de los recursos y los residuos que conducían a la obtención de rendimientos decrecientes<sup>231</sup>. La crisis del sueño de la autarquía plena y el alargamiento de la posguerra provocaron una política económica centrada en un dirigismo económico a ultranza, como la única fórmula capaz de arrostrar la situación económica, aunque de cualquier forma, no se debe olvidar que el régimen impuso la política económica que deseó. Es más, las pretensiones aislacionistas se autoreforzaban sin necesidad de "estímulos" exteriores<sup>232</sup>.

---

<sup>227</sup> Ros Hombravella y otros (1978), p. 59 y González (1979), p. 46. En cualquier caso, España fue el país de Europa entre los no beligerantes que menos supo aprovechar la situación —Catalan (1989b) y García Delgado (1989), pp. 167 y 171—.

<sup>228</sup> El declive total llegó en el período 1956 y 1958, cuando el Rif español se incorporó a Marruecos para más tarde entregar la zona de Cabo Juby, después de los problemas para mantener Sidi Ifni y El Aaiun —Payne (1987), pp. 411, 443 y 444—.

<sup>229</sup> A principios de 1944 se cortó la provisión de gasolina, y en el mes de mayo el Gobierno se declaró neutral y suprimió toda colaboración con el Eje —Rama (1976), p. 362—.

<sup>230</sup> Carreras (1990), p. 50.

<sup>231</sup> En este sentido es ilustrativo que aún en 1957 Carrero Blanco siguiera insistiendo en esta línea:

Quando se hayan agotado todos los recursos, de la técnica y del trabajo, en poner al máximo de producción el total de la superficie explotable del suelo español, podremos hablar de si España era rica o pobre, pero para llegar a esto queda aún mucho camino por recorrer y *nuestro deber está en recorrerlo lo antes posible y con el máximo rendimiento*. Archivo de la Presidencia del Gobierno, serie del secretario del gobierno, caja 4, expediente 115/57, transcrito por A. Viñas —Viñas (1984), p. 324—.

<sup>232</sup> Carr y Fusi (1981), p. 51.

El dirigismo económico consiguió reactivar la actividad industrial, por medio de la política de sustitución de importaciones, en un momento en el que a buena parte del sector privado no se le daban oportunidades para poner en práctica iniciativas encaminadas a desarrollar las ventajas comparativas<sup>233</sup>. Un ejemplo adecuado de esto último fue la práctica desaparición de la banca catalana frente al crecimiento de la gran "banca nacional", que terminaría en los años cincuenta controlando las empresas industriales, aunque más por un proceso de absorción que de creación<sup>234</sup>. En cualquier caso, se inauguró un período de intensa política industrial de sustitución de importaciones que llegó hasta 1951, basado en la iniciativa pública y en la modernización de la industria a través de la importación de bienes de equipo. M.J. González denomina a este período de *transición* entre la reconstrucción y la industrialización, y señala que en este tiempo el dirigismo se hizo más fuerte por reacción al bloqueo internacional y a los problemas de miseria económica que derivaban de un autoabastecimiento imposible. La actitud que adoptó el régimen fue a la vez de resistencia al exterior, que conducía a una economía cerrada, y de fuga hacia adelante en su afán de sustituir importaciones. Para poder sustentar formalmente esta combinación, el dirigismo económico defendió la presunción de que el conocimiento técnico todo lo puede, y que por tanto, las posibles decisiones económicas debían ser escogidas de entre las que presentaran los expertos, es decir, los ingenieros<sup>235</sup>. C.V. Velasco ha denominado esta actitud como *ingenierismo*<sup>236</sup>.

---

233 J. Velarde señala que a mediados de los años cuarenta "se comprendía [por parte de las autoridades económicas] que no existía alternativa ortodoxa por parte de la Banca privada, en una etapa, además de baja producción y de altas exigencias inversoras." —Velarde (1989), p. 50—. Sin embargo, P. Martín Aceña y F. Comín mantienen que eran infundadas las supuestas deficiencias del empresariado y del sistema financiero —Martín Aceña y Comín (1991), p. 84—.

234 Sardá (1978), p. 17 y Nadal y Sudrià (1983), pp. 353-375. Partiendo de esta aseveración, C. Moya elucidó su hipótesis de que el desarrollo económico estuvo en manos de la élite financiera —Moya (1984), pp. 86-112—. Con respecto a los efectos del franquismo en Cataluña véanse los trabajos de Ribas i Massana (1978) y Molinero e Ysas (1990), así como el *dossier* de la revista *L'AVENÇ* —Sudrià (1991), Catalan (1991), Calvet (1991) y Molinero (1991)—.

235 Las decisiones económicas quedaban vinculadas al prestigio social neutral de la tecnología. De esta manera los ingenieros dominaron la política económica, porque eran los que imponían, con el apoyo del régimen, su "aséptica" visión de conjunto y su modelo de desarrollo correspondiente. Para una explicación teórica de este planteamiento véase Esteva Fabregat (1984).

Su momento de auge coincidió por una parte, con la máxima acaparación de cargos de Suanzes (1945-1951), y por otra, con la fase severa del bloqueo internacional<sup>237</sup>.

En esta etapa de la política económica destacan dos fechas:

- 1948, porque según J. Velarde fue el año en que "se pusieron los elementos típicos de una estabilización: contracción monetaria; aprovechamiento de una coyuntura agrícola de menores carencias que en el pasado (...); freno a los precios; mejora de la balanza comercial; finalmente, una más íntima compenetración de banca e industria."<sup>238</sup>

- 1951, porque fue la fecha en la que se sobrepasaron las cifras de producción anteriores a la guerra civil. Además, fue el momento en el que por primera vez el valor añadido bruto del sector secundario superó al del primario. 1951 también fue el año de la remodelación gubernamental que supuso el primer eslabón que desembocaría en el Plan de Estabilización<sup>239</sup>.

El empuje de la sustitución de importaciones terminó provocando a finales de los años cuarenta una fase de relativa modernización industrial y ,a la vez, un proceso muy particular de acercamiento tecnológico, caracterizados ambos por la importación de maquinaria y el aprendizaje por la utilización, el uso y la reproducción. Pero a medio plazo era un sistema de modernización económica y tecnológicamente perverso.

---

<sup>236</sup> Velasco propone que el *ingenierismo* es apreciable por sus consecuencias en la política económica, en la que hizo "que en el binomio económico «posibilidades / realizaciones» fuera el ingeniero el que igualase ambos términos (si es que la «técnica» lo hacía posible), y sin tener en cuenta para nada las observaciones y prevenciones que la ciencia económica podía haber hecho antes de pasar del primero al segundo vocablo." Velasco (1984), p. 97.

<sup>237</sup> La declaración por parte de las Naciones Unidas estuvo en vigor desde el 12 de diciembre de 1946 hasta el 4 de noviembre de 1950.

<sup>238</sup> Velarde (1989), p. 58.

<sup>239</sup> Ros Hombravella y otros (1978), pp. 229-231; González (1979), p. 115 y 116 y (1990), pp. 29 y 30; Viñas (1984), p. 225; Velarde (1989), p. 69 y García Delgado (1990), pp. 138-148.

Las primeras muestras de su debilidad se dieron a partir de 1950, cuando la ayuda económica internacional puso de manifiesto la verdadera bondad del sistema económico por cambiar en beneficio de sus ciudadanos<sup>240</sup>. El dirigismo económico podía relajar en parte su economía de resistencia y abrir la economía, pero no lo hizo, y como excusa alegó el peligro de una posible intrusión extranjera que, unida a la movilización popular, debilitarían al régimen. El miedo debía ser cierto, ya que los ministerios militares aún consumían buena parte de los Presupuestos Generales con el objetivo principal de mantener y defender a Franco, y secundario de conservar el debilitado sueño del gran espacio económico capaz de sustentar una autarquía económica plena, es decir, gobernar las posesiones africanas<sup>241</sup>.

Las siguientes evidencias de apocamiento vinieron con la remodelación ministerial de 1951, que retiró a Suanzes del Gobierno y dividió el Ministerio de Industria y Comercio en dos. Con este cambio ministerial se separaron las decisiones de orden comercial de las de orden industrial, y se inició una liberalización basada en la relajación de los mecanismos interventores<sup>242</sup>. No obstante, mientras se mantuvieran en alguna medida las políticas de economía de posguerra o resistencia y de autarquía más o menos debilitada, nadie desde el Gobierno podía criticar seriamente a Suanzes por seguir adelante con su industrialismo sustitutivo de importaciones. Pero aunque la crítica fuese velada, lo cierto era que a Suanzes ya no

---

<sup>240</sup> El Senado de los EE. UU. autorizó en el mes de agosto de 1950 el primer préstamo al régimen de Franco para financiar las importaciones. El 16 de noviembre se aprobó un crédito por 62,5 millones de dólares, prelude de los acuerdos de septiembre de 1953, en los que se acordó una ayuda económica y militar por un plazo de diez años que supuso la entrada de 2.209 millones de dólares —Payne (1987) pp. 392-395 y p. 432—. En contra de la posición de J.M. Esteban las cláusulas en política económica que incluía el tratado con los EE. UU. no constituyeron el cambio de una opresión fascista por una de corte liberal capitalista, económicamente significaban un impulso a las reformas fiscales de carácter progresivo —Esteban (1977), pp. 165 y 168-169—.

<sup>241</sup> En 1940 los gastos de las Fuerzas Armadas más los de la policía suponían el 50,5 % de los Presupuestos Generales, cinco años después el 40,4 %. En los años 1950 y 1951 los ministerios militares consumían una tercera parte de los Presupuestos Generales. En 1953 se redujeron las 24 divisiones militares a 18, y mermó notablemente el número de oficiales. Más tarde la retirada del Rif dejó el número de divisiones en 12. Sin embargo, la mengua de los ejércitos fue acompañada del aumento de las fuerzas policiales, llegando éstas en 1958 a consumir el 5,8 % de los Presupuestos Generales —Rama (1976), p. 381-384 y Payne (1987), pp. 257-260—.

<sup>242</sup> Ros Hombravella y otros (1978), pp. 294 y 295.

se le permitió dirigir el conjunto de la economía, como había sucedido hasta 1951, porque su política económica lo supeditaba todo a medio plazo a una creciente sustitución de importaciones, cada vez menos posible por carecer tanto de un territorio creciente, como de recursos tecnológicos en continuo aumento —el PJC, el INTA y los centros de investigación del INI no suplían la demanda—. En términos de lógica la reflexión sería: a menos economía de resistencia y a menos autarquía les corresponden menos sustitución de importaciones, o lo que es lo mismo, a más economía abierta y mayores relaciones internacionales mayor aprovechamiento de las ventajas comparativas y de la especialización productiva y comercial. Es ingenuo pensar que el *ingenierismo*, con Suanzes al frente, desconocía los principios más elementales de la economía, sencillamente les tenían que resultar inadmisibles porque destruían la esencia misma de su razón de ser. Al negar racionalidad alguna a los gestores de la política económica del momento se incurre en la trampa en la que caen algunos analistas del franquismo, quienes plantean que una de las características de la política económica del primer franquismo era su desprecio por la racionalidad en la gestión económica y su ignorancia imperdonable sobre las nociones fundamentales de la economía. Exponer que la maldad de la autarquía fue la maldad de un sistema abierto al que se le retiró una gestión económica de corte liberal, es una inferencia que niega racionalidad económica alguna a la política de aquellos años, y que por tanto, obliga a analizar esa política como si de una sucesión de hechos irracionales se tratase, en los que la historia económica poco tendría que decir. Se ha llegado a escribir que las autoridades económicas se dejaban llevar por su propia palabrería demagógica, o lo que es lo mismo, admitir que se habían vuelto seres irracionales<sup>243</sup>.

---

<sup>243</sup> Una argumentación lógica nunca es muy correcta cuando encubre una inferencia, es decir, cuando razona lo que es algo (objeto A) indicando a lo que se opone (objeto B), porque nada informa de la bondad o maldad del objeto de estudio (objeto A), sino de la maldad que tendría un objeto de estudio diferente del que es estudiado (objeto B) si se le quitase una de sus características esenciales —A sería el objeto a estudiar pero del cual sólo se nos diría que es como B cuando B carece de algo esencial para ser B—.

Al estudiar las importaciones de bienes de equipo las evidencias de la debilidad del sistema económico toman aún mayor fuerza. M.J. González expone tres fases de fuerte importación de bienes de equipo: primera, 1940-1943, segunda, 1945-1949 y tercera, 1950-1957. Entre ellas se sucedieron períodos muy breves de estabilización o ligera caída, pero a partir de 1957 la declinación fue persistente hasta 1961<sup>244</sup>, de modo que la industrialización sustitutiva de importaciones se encontró en serias dificultades intrínsecas que la hacían muy difícil proseguir. Posiblemente, y ello queda pendiente de confirmación para nuevos trabajos, se había llegado al límite en el que se podía financiar una industrialización sustitutiva de importaciones con los sacrificios de la agricultura, con una fiscalidad regresiva y con el auxilio de la ayuda exterior. Los medios de la sociedad para importar nuevos bienes de equipo e intermedios se habían sobrepasado, al igual que la explotación en exceso de los recursos naturales (economía de la miseria), mientras que la capacidad tecnológica hacía tiempo que había entrado en rendimientos decrecientes.

Independientemente de estas debilidades, el desarrollo de los años cincuenta tenía suficientes bases inestables —la expansión rápida de los gastos de inversión del Estado en los organismos autónomos como el INI, la financiación inflacionista, la falta de un sistema fiscal moderno y los impedimentos legales a las inversiones extranjeras— como para andar buscado una causa única en la política de sustitución de importaciones, aunque ésta fuera la más relevante. Las limitaciones a largo plazo eran tan evidentes a finales del decenio, que ni el objetivo prioritario, la industrialización, podía prosperar<sup>245</sup>. La legitimidad del dirigismo económico basado en la economía de resistencia se esfumó cuando desapareció totalmente la posibilidad de una intervención militar, o lo que es lo mismo con la admisión en diciembre de 1955 de España en la ONU. Desde este momento el mercado fue ganando terreno

---

<sup>244</sup> González (1979), gráfico II-21, p. 98.

<sup>245</sup> González (1979), pp. 65-84.

decididamente al dirigismo económico, debilitando así la política de sustitución de importaciones.

Fue al final de los años cincuenta cuando la política económica mostró contradicciones, fruto de los "enfrentamientos" entre los partidarios de un tipo u otro de política económica. El testimonio más notable se dio en la política relacionada con las reservas monetarias. A partir de 1956 las reservas empezaron a sufrir las consecuencias del déficit de la balanza comercial, hasta el punto de que en 1958 aconteció una crisis aguda de falta de divisas. Había sido el "resultado de tratar de impedir el impacto de la inflación sobre la cotización de la peseta, mediante una colección de intervenciones, las más desmañadas de todas, que tendían a separar el tipo de cambio oficial del precio de la peseta en un mercado libre."<sup>246</sup> Como señala M.J. González la falta de divisas era el signo más evidente de que la economía ya sólo tenía la alternativa de la liberalización o del descenso generalizado del nivel de vida. Además, en 1958 la política de apertura a las instituciones internacionales había conducido a que el Fondo Monetario Internacional (FMI) aceptase al régimen de Franco, pero inquiriéndole la ordenación de su economía<sup>247</sup>. Ante los requerimientos internacionales y las necesidades interiores no quedó más vía que el Plan de Estabilización del verano de 1959, punto de no retorno donde el mercado se impuso al dirigismo. Como señala J. Muns:

En estas condiciones [*impasse* económico y suspensión virtual de pagos exteriores por carecer de divisas para las importaciones indispensables], era evidente que la necesidad de un plan de transformación y revitalización de la economía española se imponía por la propia lógica de los hechos. Por ello, no es de extrañar que la maduración de la idea fuera una obra colectiva en la cual estuvieron empeñados tanto los sectores reformistas que trabajaban para lograr un cambio de enfoque de la economía española desde el país como los organismos económicos internacionales que lo buscaban desde fuera.<sup>248</sup>

---

<sup>246</sup> González (1979), p. 114.

<sup>247</sup> Muns (1986).

<sup>248</sup> Muns (1986), p. 32.



Al final, el decenio de los cincuenta ofrece una realidad ambivalente. Negativa en el sentido de que perjudicó a las iniciativas y posibilidades de muchos españoles. Positiva, porque en este período se dieron las siguientes concatenaciones que condujeron a una liberalización económica: la emancipación del ciclo económico de la actividad agraria, la recuperación de una relación real de intercambio favorable para los productos industriales en detrimento de la agricultura, la modificación de la demanda energética, el avance del proceso de urbanización y de modernización demográfica, el inicio de la incorporación de la mujer al mundo laboral y la recuperación de la ética del empresario emprendedor frente a la ética del "interés nacional"<sup>249</sup>. No obstante, los detonantes finales del cambio en la política económica fueron los agotamientos del crédito exterior y las reservas y la incapacidad de aumentar el bienestar del conjunto de los habitantes. Ahora bien, existía un problema de difícil solución que venía creciendo prácticamente desde el final de la guerra civil: una traba privativa y degenerativa del modelo de industrialización que se había intentado imponer<sup>250</sup>.

### Traba degenerativa y nuevas posibilidades tecnológicas

No existe una causa única para entender los cambios en la economía del franquismo hasta 1959. La fijación en los aspectos tecnológicos sólo es una hipótesis de trabajo, que se suma a las que en su día fueron surgiendo: la explotación de la mano de obra, la financiación de la industria por la agricultura, la autarquía como vía nacional al capitalismo, las restricciones a los derechos de propiedad, el bloqueo económico y la ayuda americana<sup>251</sup>. En realidad, al fijarme en el papel que jugó la

---

<sup>249</sup> García Delgado (1989) y (1990), pp. 147 y 148.

<sup>250</sup> Incluso se podría rastrear desde el inicio de la "vía nacionalista del capitalismo español" —García Delgado y Roldán (1975), pp. 263-266—, aunque tomó fuerza en los años cuarenta generando "actuaciones desviadas y deformantes de la administración" —García Delgado (1989), p. 170—.

<sup>251</sup> Ros Hombravella (1978), p. 75; García Delgado (Ed.) (1989); García Delgado (1989) y González (1990).

tecnología, simplemente trato de profundizar un poco más, de lo que en su día lo hiciera J. Donges, en la esencia del proceso de sustitución de importaciones, dándole, a este proceso, el valor de una pieza clave para entender la evolución económica de aquellos años, en los que la industria protegida avanzó incluyendo cada vez más posibilidades de sustituciones.

Ese avance no estaba libre de problemas. Para cada nuevo proyecto de sustitución de importaciones se necesitaba importar nuevos bienes intermedios, que a su vez debían tratarse con nuevos bienes de equipo que a su vez había que importar, acelerando, de esta manera, la frecuencia con la que los técnicos y personal cualificado debía saber hacer funcionar la tecnología empleada en producir las nuevas sustituciones<sup>252</sup>. La velocidad con la que se reproducía este círculo de mayor dependencia cuanto más esfuerzos se hacían por la independencia, que he calificado por ello de traba degenerativa, condujo a la incapacidad de generar la cantidad necesaria de conocimientos y de capital humano capacitado —téngase en cuenta la rémora que suponía el daño causado por la guerra y, especialmente, por la purga de los cuadros cualificados del país— para ir absorbiendo la importación creciente de tecnología, bien incorporada en los bienes de equipo, bien por asistencia técnica, o bien previa asimilación por parte de instituciones nacionales de ciencia y tecnología como el PJC. Si el sistema empezó a fallar por el lado de la tecnología, y dentro de ella por la multiplicación de proyectos inacabados, no es sino porque fue en el medio intelectual y científico donde la depuración había sido más precisa, perdiéndose por su culpa diversas *trayectorias tecnológicas*. En consecuencia, nos encontramos con que la importancia de estudiar la generación de tecnología dentro del franquismo no proviene de su cuantía y calidad, necesariamente escasas y endeble en cualquier caso, sino de que fue el punto por donde el sistema de sustitución de importaciones falló sin paliativos.

---

<sup>252</sup> González (1979), pp. 84-111.

Como advirtiera Donges, la capacidad de sustituir importaciones de bienes de consumo llegó a su fin al término de los años cincuenta, a la vez que quedó muy reducida para los productos intermedios<sup>253</sup>. Con respecto a los bienes de capital, la intensidad en la sustitución empezó siendo reducida a finales de los cuarenta, aunque ya a mediados de los años cincuenta era potente, sin embargo, "al tratarse de productos con tecnologías más complejas y sujetos de forma más decisiva tanto a economías de escala como a la disponibilidad de una amplia infraestructura, las posibilidades de sustitución de importaciones eran más limitadas."<sup>254</sup> Las carencias —"pequeñas dimensiones de establecimientos industriales, insuficiente capitalización, maquinaria anticuada y bajos niveles tecnológicos"<sup>255</sup>— condujeron a que el desarrollo industrial, que surgió del proceso de sustitución de importaciones, tuviera, hasta 1959, una baja productividad, evitara la desaparición de empresas anticuadas y no consiguiera productos industriales exportables por su falta de competitividad, tanto por la parvedad de la calidad como por los elevados costos de producción<sup>256</sup>. Aún después de 1959 muchas empresas todavía se enfrentaron tanto a la escasez de recursos humanos adecuadamente motivados y preparados para la exportación, como a la insuficiente organización comercial, y a "la incapacidad de cumplir pedidos de grandes series y sujetos a estrictos requisitos de calidad."<sup>257</sup>

A. Viñas se ha acercado a esta concepción de la sustitución de importaciones como un círculo vicioso al afirmar que: la política de sustitución "incorporaba un componente dinámico. El forzamiento de la producción interior, con el fin de suministrar a la demanda interna un amplio abanico de bienes, (...), iría expandiendo la oferta autóctona y desviando las importaciones hacia aquellos otros en absoluto generables con cualesquiera combinaciones de recursos y tecnología propios."<sup>258</sup> La

---

<sup>253</sup> Donges llegó a estas conclusiones al calcular los indicadores de sustitución de importaciones (ISI), 1941-1958 —Donges (1976), cuadro 23, p. 155—.

<sup>254</sup> Donges (1976), pp. 155 y 156.

<sup>255</sup> Donges (1976), p. 157.

<sup>256</sup> Donges (1976), pp. 190-192.

<sup>257</sup> Donges (1976), p. 195.

<sup>258</sup> Viñas (1984), p. 215

política económica era pertinente mientras los productos a sustituir no aumentasen y pudieran ser atendidos con los recursos y la tecnología entonces presentes:

No cabe negar coherencia a esta visión estratégica [la de la sustitución de importaciones]: había que poner en tensión todos los recursos productivos internos hasta que éstos diesen de sí el máximo posible. Las nuevas demandas de *inputs* o de alimentos posteriores ya se atenderían con cargo a la importación. Pero, claro está, se trataba de una visión simplemente tecnológica, en modo alguno económica: el forzamiento de la producción interior inspirando una espiral en ascenso de la que quedaría prendida la creciente *incompetitividad* de la emergente industria española.<sup>259</sup>

En cuanto se aceleraba el ciclo de vida del producto que se quería sustituir el equilibrio se rompía, y las empresas comenzaban, o bien a producir bienes defectuosos y de mala calidad, o bien artículos de calidad buena pero fabricados en series cortas, con la consiguiente baja productividad<sup>260</sup>. Esto sucedía por dos razones: primera, que la economía de la miseria había llevado a incluir demasiados sucedáneos en vez de buenas materias primas que habrían de haberse importado<sup>261</sup>, y segunda, que las sustituciones de productos se lograban de modo artesanal y no a escala industrial<sup>262</sup>. Así que cuando se creía haber conseguido la sustitución de un bien de consumo, que toleraba dirigir las energías hacia la sustitución de un bien intermedio o de uno de capital, resultaba que el camino andado no permitía continuar la industrialización de la nueva generación de los bienes finales. Cada vez que esto sucedía, la población se veía abocada a tener que consumir unos productos que, en términos comparados con los que intentaban sustituir, eran peores.

Se puede argumentar que esa política no entendía lo que es el costo de oportunidad, o las ventajas comparativas, y pensar que ya ha sido suficientemente analizada, aunque lo haya sido por descalificación. Ahora bien, si se toma una

---

<sup>259</sup> Viñas (1984), p. 229.

<sup>260</sup> Es significativa la expresión popular: "este producto es de calidad; parece de antes de la guerra" que no desaparecería hasta después de 1959 —Ros Hombravella y otros (1978), pp. 115 - 116 y 302—.

<sup>261</sup> Este proceso denominado *Ersatzindustrie*, cuya traducción sería "industrias de sucedáneos, esta expuesto brevemente para el caso español por R. Tamames —Tamames (1990), p. 227—.

<sup>262</sup> Ros Hombravella (1978), p. 302.

perspectiva desde la economía evolucionista<sup>263</sup> se argüirá que, en cuanto las posibilidades de incremento en los recursos naturales y tecnológicos no dan abasto en un proceso de sustitución de importaciones, entonces la política económica conduce, como sucedió, a un círculo vicioso degenerativo cuya única salida es la entrada del exterior de nuevos recursos de todo tipo, o lo que es lo mismo, empuja a la liberalización.

La sustitución de importaciones, en una economía cerrada como la española, acarreó este tipo de círculo vicioso de las nuevas dependencias de determinadas importaciones, a la vez que originó un particular acercamiento tecnológico —aunque inicialmente fuese de marcha atrás y sólo posteriormente hacia adelante—, hasta el punto de que España reanudó el transición de la primera revolución tecnológica a la segunda —un salto emprendido poco antes de la Primera Guerra Mundial que se concluiría a finales de los años sesenta—<sup>264</sup>. Este doble fenómeno de involución y de avance tecnológicos ha sido claramente apreciado, en la parte inicial, la de la involución, por A. Carreras:

Paralelo al retroceso en los transportes —un verdadero "retorno al ferrocarril"— detectamos el retroceso en las pautas energéticas. La menor utilización de automóviles se debía a una caída del nivel de vida y, también, a una escasez de combustible. Las energías modernas —petróleo y electricidad— se enfrentaron a graves dificultades para su uso masivo. (...)

Los propietarios de las minas fueron los más beneficiados: los precios subían y los salarios bajaban. Los carbones nacionales, con todas sus limitaciones, fueron los grandes triunfadores de la inmediata posguerra. Paralelo al retorno al ferrocarril, España experimentó un retorno al carbón. Las tecnologías de la primera revolución industrial se impusieron sobre las de la segunda en una involución tecnológica sin precedentes.<sup>265</sup>

---

<sup>263</sup> Véase en el capítulo primero la controversia teórica entre ambas posiciones. Para una mayor apreciación de las divergencias entre los dos puntos de vista léase la segunda parte de Foray y Freeman (Edited by) (1993).

<sup>264</sup> Con referencia a la periodización de las revoluciones tecnológicas en España véase Nadal, Carreras y López (en prensa) y Nadal, Carreras y Martín Aceña (1988). Ejemplos de artefactos que delataban la involución fueron la sustitución de cocinas de gas o eléctricas por las de carbón y la fabricación de locomotoras de vapor hasta el final de los años cincuenta —Carreras (1988), pp. 152 y 156—.

<sup>265</sup> Carreras (1989c), pp. 32 y 33. Véase también Carreras (1988), pp. 155-160.

Por otro lado, diferentes autores se han fijado más en la segunda parte, la del avance, del proceso. Así por ejemplo, M.J. González mantiene que la transformación tecnológica de la industria en los años sesenta hubiera sido inviable sin la industrialización de los cincuenta<sup>266</sup>. En similares términos O. Fanjul, F. Maravall, J.M. Pérez-Prim y J. Segura afirmaron que el cambio en la estructura económica entre 1950 y 1970 había sido tal "que cualquier comparación técnica 1950-1970 podría decirse que se refería a dos países distintos."<sup>267</sup> J. Velarde ha sido el que más ha incidido sobre la idea de avance, señalando que se dio el proceso de la sustitución del modelo del carbón por el del petróleo y la electricidad:

En el fondo, late la sustitución del *modelo del carbón nacional*, situación autárquica tradicional en España, por el *modelo del petróleo importado*, apostando a que la *caratura* de éste —como, por cierto, sucedió— iba a mantenerse durante mucho tiempo. (...) la maduración del estilo del petróleo va a durar hasta el final de este período [1959] de la política económica autárquica o de sustitución de importaciones. (...) Pero además de crear el estilo del petróleo, la política económica, al buscar abastecimientos energéticos baratos, alternativos del carbón, repara en que en España existen aún enormes posibilidades en el terreno hidroeléctrico. (...) Esta política energética, al dirigirse hacia el estilo del petróleo, ha de tener un complemento en el terreno de la automoción. (...) y en 1949 quedan concretadas las relaciones INI - Banco Urquijo - FIAT." <sup>268</sup>

De este movimiento en línea quebrada nos interesa destacar un hecho con el que tropezó J. Donges:

Es interesante observar que todas las industrias que iniciaron una actividad exportadora después de 1959 a escala apreciable (digamos del orden de medio millón de dólares anual) habían pasado por una fase de sustitución de importaciones en el curso de los años cuarenta y cincuenta. De ahí que pueda decirse que es posible, a pesar de las numerosas distorsiones creadas por la política autárquica, encontrar nuevas salidas a la producción emprendida.<sup>269</sup>

---

<sup>266</sup> González, (1979), p. 117.

<sup>267</sup> Fanjul, Maravall, Pérez-Prim y Segura (1974), p. 38 y Maravall y Pérez-Prim (1975).

<sup>268</sup> Velarde (1989), pp. 60-62.

<sup>269</sup> Donges (1976), p. 194

Estos autores están en lo cierto. Es innegable que España tenía nuevas ventajas comparativas surgidas del modelo de sustitución de importaciones. Pero, también lo es que durante el primer decenio del franquismo lo que se dio fue un salto atrás tecnológico. Pero aún teniendo razón, la transformación en España no fue tan intensa como la que acaeció en la Europa industrializada, porque le faltó mayor fuerza en lo referente a las economías de escala y la producción en cadena. El INI, que en principio tendría que haber sido el promotor en este sentido, no fue capaz de establecer instalaciones de gran tamaño hasta finales de los años cincuenta, por lo que desaprovechó las ventajas que ofrecía la producción en gran escala<sup>270</sup>, en el momento clave, ya que el salto de la primera a la segunda revolución tecnológica tiene como característica central, en lo referente a la forma de producir, el aumento de la productividad por la vía de las economías de escala<sup>271</sup>.

Esta línea de argumentación crítica, contra el modelo de sustitución de importaciones del franquismo, es mucho más científica que dedicarse a "analizar" la sustitución de importaciones sólo fijándose en, por ejemplo, el pecado de destilar la pizarras de Puertollano para hacer lubricantes y carburantes sintéticos con unos costos desorbitados<sup>272</sup>. Siempre se olvida la virtud de haber aprendido a destilar cualquier tipo de hidrocarburos a escala industrial para siempre, aunque los métodos sufran avances tecnológicos rápidos, porque el esfuerzo y la puesta al día en este campo existieron. Otro tema es analizar qué costos tuvo este duro método de aprender a destilar hidrocarburos. Por este lado del análisis es por donde se detectan los problemas importantes de Puertollano. Como ha señalado A. Carreras, se tuvo que pagar la servidumbre de haber instalado allí la planta para el desarrollo del petróleo nacional, con la instalación de una refinería que amortizara la inversión previa<sup>273</sup>. Además, está el problema de que el tamaño de la instalación primitiva era inadecuado

---

<sup>270</sup> Donges (1976), p. 42.

<sup>271</sup> Véase también Nadal, Carreras, y López García, (en prensa)

<sup>272</sup> Biescas (1980), p. 25 y González (1990), p. 25.

<sup>273</sup> Carreras (1988), p. 177.

en cualquier caso. Primero, porque era demasiado grande para considerarse como laboratorio semiindustrial, aunque esa fuera la tarea para la que en realidad sirvió, y segundo, porque era una instalación desproporcionada a la riqueza relativa de materia prima<sup>274</sup>. El coto de Puertollano sólo permitía mantener una pequeña destilería, como la que había anteriormente a la de ENCASO, que pertenecía a la Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya<sup>275</sup>, y que sólo producía en función de los precios internacionales de los hidrocarburos sintéticos.

Las toneladas de pizarras que se trituraron no deben impedirnos meditar sobre el siguiente hecho. Los proyectos de sustitución de importaciones de los años cuarenta y cincuenta habían acumulado capacidades tecnológicas, gracias a las cuales en los años sesenta con contratos de transferencia de tecnología, se lograron adoptar los procesos productivos estandarizados procedentes de Europa y EE.UU. "En otras palabras, la ventaja tecnológica que frente a España tenían los países altamente industrializados proporcionaba a la industria española, al abrigo de la asistencia técnica extranjera, un amplio margen de imitación para ponerse al día. De este modo se abren caminos por los que adentrarse con el fin de exportar. Buena prueba de lo dicho ha sido el rápido avance que ha tenido lugar en los años sesenta en las exportaciones de bienes tales como máquinas-herramientas, máquinas para oficina, barcos, motocicletas, instrumentos profesionales, tocadiscos y armas de fuego."<sup>276</sup> Lo que está resumido en este párrafo no es otra cosa que un fenómeno de acercamiento tecnológico como el descrito en el primer capítulo, un fenómeno al que, por tanto, podemos investigar con los principios que allí se expusieron. Es ese el objetivo de los próximos capítulos, en especial en lo referente a la generación de las nuevas capacidades tecnológicas de los años cuarenta y cincuenta, ya que han sido poco o

---

<sup>274</sup> Sudrià (1992), pp. 18-25.

<sup>275</sup> Sudrià (1992), pp. 24 y 25.

<sup>276</sup> Donges (1976), p. 195 y 207-208.



nada estudiadas, mientras que para la transferencia de tecnología tenemos más estudios<sup>277</sup>.

Al final, sobre lo que estamos discutiendo es una cuestión fácil de plantear pero difícil de contestar. Se trata de reflexionar sobre el coste de oportunidad y las ventajas tecnológicas entre dos opciones económicas. Desde un punto de vista económico es relativamente fácil saber que existe un coste de oportunidad en toda elección, por ello no dudaríamos en tachar la opción sustitutiva de importaciones del primer franquismo como una alternativa con un elevado coste de oportunidad. A partir de ese punto enfocaríamos todos los acontecimientos que siguieron como los efectos de una pérdida de oportunidad por culpa de las decisiones de política económica. Pero el análisis debe ser diferente. Lo interesante es conocer cómo respondió la tecnología a un cambio anormal en las directrices de la política industrial y tecnológica. Existen dos maneras complementarias de aproximarse a este tipo de estudios. La primera, representada por J. Catalan<sup>278</sup>, se centra en los cambios en la absorción de tecnología vía adquisición de maquinaria. Lógicamente, utiliza indicadores macroeconómicos. La segunda, que es la que sigue la tesis presente, analiza la base de conocimientos tecnológicos como determinante, tanto del proceso de absorción de tecnología —vía compra de maquinaria o contratos de transferencia de tecnología—, como del de generación interna de tecnología. Obviamente, se basa en análisis microeconómicos. Dado que la tecnología es evolutiva y acumulativa, un cambio en sus *trayectorias* afectará para siempre a las futuras ventajas comparativas de una economía. Es decir, cuando se varían las *trayectorias tecnológicas*, y la política de sustitución de importaciones hizo precisamente esto, se crean nuevas ventajas tecnológicas plausibles de ser explotadas económicamente en el mañana —la probabilidad de un "almuerzo gratis" diferente en el futuro—. O dicho de otra forma, las ventajas comparativas habían variado.

---

<sup>277</sup> Braña, Buesa y Molero (1984) y Buesa y Molero (1988) y (1989).

<sup>278</sup> Catalan (1992), pp. 383-387.

La estructura de las exportaciones en los años sesenta presentaba la paradoja de que era relativamente capital-intensiva, comportándose, por tanto, de forma diferente a lo que sugeriría la dotación relativa de factores productivos. Desde aquí apuntamos que esta paradoja se explica en alguna medida, pequeña sin duda, por la acumulación de capacidad tecnológica que provenía de los proyectos autárquicos de los años cuarenta y cincuenta, insuficiente para seguir con la sustitución de importaciones, pero suficiente para acomodar tecnología importada a los nuevos proyectos.

Donges atribuyó la paradoja en el comportamiento de las exportaciones a los desequilibrios en el mercado de los factores debidos a las políticas económicas *desarrollistas* llevadas a cabo en los años sesenta. En síntesis, su explicación era que, como el precio del capital se mantenía artificialmente bajo —por el trato preferente a las importaciones de bienes de equipo, incentivos de amortización y créditos a tipos de interés real negativos—, mientras que el precio del trabajo tenía mayores costes y rigidez —legislación restrictiva sobre despidos, avance de la seguridad social y fijación estatal de salarios mínimos (desde 1963)—, entonces era rentable implantar tecnologías ahorradoras de trabajo. De todas formas, señalaba que a lo largo de los sesenta y setenta los productos trabajo-intensivos, siendo minoría, iban desplazando de la estructura de exportaciones a los bienes capital-intensivos, porque se iban mejorando la organización de su distribución a la vez que aumentaba su nivel de calidad, pero que en cualquier caso, refiriéndose al ámbito mundial, España era ya un país cuya dotación relativa de capital era mejor que su dotación de trabajo en comparación a los países emergentes del Tercer Mundo<sup>279</sup>.

Nunca conoceremos exactamente qué ventajas comparativas habrían existido en los años sesenta de no haberse variado en el pasado las *trayectorias tecnológicas*,

---

<sup>279</sup> Donges (1976), pp. 208-219.

ni hasta que punto las ventajas de que hoy gozamos son mejores o peores que las hipotéticas que tendríamos de no haber existido la política de sustitución de importaciones. En 1987 A. Carreras se planteó esta cuestión desde la perspectiva del costo del franquismo. Su respuesta fue una comparación con la evolución de Italia, de cuyo análisis se deducía que la "diferente pauta temporal de crecimiento ha generado (...) notables diferencias favorables al producto industrial *per capita* italiano. El promedio de las diferencias porcentuales representa el 26 por ciento del producto industrial *per capita* español entre 1948 y 1974. Dicho de otro modo, si la industria española hubiera seguido la trayectoria de la italiana entre 1947 y 1975, su producto hubiera alcanzado, en conjunto, valores superiores a un 26 por ciento a los realmente obtenidos."<sup>280</sup> La investigación basándose en modelos de comparación ha seguido adelante, en especial en relación a Italia<sup>281</sup>, pero no es la línea que en la presente tesis se insiste, porque si bien para agregados macroeconómicos está justificada y da resultados objetivos, sin embargo, en los aspectos microeconómicos, como los que fundamentan *El juicio quebrado*, la argumentación es compleja por la cantidad de variables y casos que habría que manejar para llegar a algún resultado.

Hasta aquí se ha expuesto el ámbito económico en el que se desarrolló la actividad tecnológica del PJC. Dicho ámbito estaba marcado por el proyecto industrializador de Suanzes, en el que el PJC se integró en 1946. En los capítulos precedentes se ha mostrado su evolución hasta esta fecha, pero antes de entrar en considerar su organización y sus problemas, es conveniente conocer algunos aspectos del proyecto económico al que pertenecía esta institución.

---

<sup>280</sup> Carreras (1989), p. 306.

<sup>281</sup> Prados de la Escosura y Zamagni (eds.) (1992). Para el período de la posguerra destaca el capítulo de J. Catalan —Catalan (1992)—.

### 3.1.2 El proyecto de industrialización liderado por Suanzes 1938-1963.

En pocas ocasiones uno se encuentra con una figura tan sólida, tan convencida de los tres o cuatro principios con los que tomaba las decisiones de política industrial<sup>282</sup>. Era un hombre simple en sus concepciones y normal, en el sentido de que siempre seguía un número pequeño de normas de conducta en sus actos. Era absolutamente apropiado para la maquinaria del primer franquismo y tremendamente inapropiado y rígido para el franquismo posterior al Plan de Estabilización de 1959<sup>283</sup>. Lo limitado de su media docena de reglas, que aplicaba con mayor o menor intensidad en unas u otras ocasiones, hacía imposible que Suanzes confeccionase un *corpus* de teoría política o económica. Él era un militar, al fin y al cabo un hombre de acción, un instrumento al servicio del interés del Estado<sup>284</sup>. Lo importante en este tipo de personas no está en sus conferencias, discursos y escritos, ciertamente pocos en cualquier caso. Su personalidad está plasmada en las actas de las Juntas de Gobierno, Comisiones Permanentes y Comités, en los cientos de legajos a que dieron lugar sus acciones. A través de los archivos aparece un servidor público íntegro, dispuesto siempre a aplicar sus cuatro o cinco recetas hasta las últimas consecuencias, es decir, hasta presentar varias veces su dimisión a Franco, el cual sólo se la admitiría en 1963, cuando Suanzes mantenía la ortodoxia franquista frente al mismísimo Caudillo<sup>285</sup>.

---

<sup>282</sup> Sobre Suanzes pueden consultarse las semblanzas hechas por P. Schwartz y M.J. González —Schwartz y González (1978), pp. 16-37 y González (1990), p. 25—, por C. Moya —Moya (1984), pp. 115-119— y por P. Martín Aceña y F. Comín —Martín Aceña y Comín (1991), pp. 103 y 104—, así como la biografía realizada por A. Balletero —Balletero (1993)—.

<sup>283</sup> El *ingenierismo* tenía en Suanzes a su máximo exponente por el lado de la acción en política industrial —Velasco (1984) y Schwartz y González (1978), pp. 26-28—.

<sup>284</sup> González (1990), p. 24.

<sup>285</sup> Desde el punto de vista, defendido por M.J. González, de entender a Franco como un "maximizador bajo restricciones (...) de cantidad y tiempo de poder", la decisión de admitir la dimisión de Suanzes era una adaptación a las restricciones a la política económica de sustitución de importaciones —González (1990)—. También S.G. Payne incide en la idea de la capacidad de metamorfosis de Franco —Payne (1992), pp. 261 y 262—.

### Directrices de una política industrial para después de la guerra civil

El alargamiento del conflicto civil en España hizo inevitable que los dos contendientes planificasen una economía de guerra. Suanzes adquirió prestigio en el bando nacional en puestos relacionados con esta tarea, y según iba siendo ganada la contienda por los nacionales, Franco se planteaba crear un Gobierno que, entre otras cosas, contase con un ministro de industria capaz de hacer frente a dos problemas: recuperar la producción industrial en las regiones ocupadas y poner las bases de una política industrial para después de la guerra civil. En el primer Gabinete de Franco (1 de febrero de 1938) éste optó por nombrar a J.A. Suanzes como Ministro de Industria y Comercio. Su elección respondió a la capacidad que había demostrado Suanzes como técnico y organizador a lo largo de la guerra, pero también inauguró una costumbre que duraría hasta principios de los años sesenta, la de elegir para los puestos relevantes de la Administración en relación a los temas de industria el mismo tipo de personas: ingenieros militares, capaces de organizar la producción y, ciertamente, remisos a considerar los principios básicos de la economía como relevantes frente a los principios políticos. Se reforzaba así el llamado *ingenierismo*<sup>286</sup>.

Suanzes se hizo pronto con casi todas las competencias que tenía el nuevo Gobierno en materia de política económica industrial, con la excepción de las industrias militares que dependían de Defensa. Inmediatamente puso en práctica un ideario económico caracterizado por la preponderancia de la acción pública frente a la iniciativa privada. Para él la industria debía servir los intereses propugnados por el Estado, tanto en tiempo de guerra como de paz. Sus posiciones iban más allá de cualquier *proteccionismo integral* que hubiera marcado la política económica española en el proceso de industrialización desde la *Restauración*, ya que quería conseguir la

---

<sup>286</sup> Velasco (1984).

absorción del mercado nacional por la propia producción nacional, retirando así la competencia de los productos extranjeros. A juicio de P. Schwartz y M.J. González esta faceta se derivaba de la influencia del *corporativismo católico* sobre su formación antes de la guerra civil<sup>287</sup>. En cualquier caso no resulta necesario buscar los antecedentes ideológicos de Suanzes, porque como apreciaría más tarde el propio M.J. González:

No existe un documento que recoja el proyecto porque no se trata de un plan bien meditado y coordinado. Hay un ideario industrializador con el fin de alcanzar la autosuficiencia que rezuma recelo y hostilidad al extranjero y estilo militar.<sup>288</sup>

El instrumento que Suanzes utilizó para absorber el mercado nacional fue un programa de industrialización basado en una amplia sustitución de importaciones. El primer paso en este sentido fue controlar la iniciativa privada a través del Decreto sobre Nuevas Industrias, por el que se volvió a hacer necesaria la autorización previa del Ministerio de Industria y Comercio para cualquier instalación industrial<sup>289</sup>. Suanzes justificaba el Decreto exponiendo que así se impedía la sobreproducción, fruto de la libre competencia, y se acomodaba la fabricación basada en materias primas importadas al contingente que se admitía entrar en el país<sup>290</sup>. De esta manera se controlaba que la iniciativa privada se concentrara también en el aprovechamiento de materias primas nacionales o en la sustitución de importaciones. De todas formas había una gran excepción, que lo era más para la iniciativa pública que privada; Suanzes entendía que la actividad económica en aquel momento necesitaba importar

---

<sup>287</sup> Schwartz y González (1978), pp. 25 y 26.

<sup>288</sup> González (1990), p. 24. Esta línea interpretativa coincide con los primeros frutos de las investigaciones de E. San Román, según la cual, habría existido una larga tradición militar, desde el segundo decenio del siglo XX, por estudiar el tema del desarrollo industrial e intentar ofrecer alternativas de corte nacionalista.

<sup>289</sup> Esta situación se mantendría con fuerza hasta los años sesenta —González (1979), pp. 30 y 31; Buesa (1982) y (1984)—.

<sup>290</sup> Ballesteros (1993), pp. 99 y 100.

bienes de equipo y material de transporte, para poder emprender las primeras fases de las sustituciones de importaciones<sup>291</sup>.

Una vez terminado el conflicto armado Suanzes fue cesado en el reajuste de Gobierno, no por su posible incapacidad, sino para equilibrar las distintas fuerzas políticas que habían contribuido a ganar la guerra. Las tesis de Suanzes parecían haber quedado sólo en unas acertadas medidas de economía de guerra<sup>292</sup>. La salida del Gobierno de Suanzes no supuso una relajación de la política económica que él marcó al final de la guerra<sup>293</sup>. Ello fue hasta tal punto cierto que las medidas legislativas, que él había diseñado como ministro, fueron puestas en práctica a finales de 1939<sup>294</sup>. Suanzes se había convertido en un hombre insustituible para régimen, por ello cuando Franco hubo de optar por alguien para presidir el INI, la institución clave del proyecto de industrialización del franquismo, al final decidió nombrarle a él (octubre de 1941). A juicio de M.J. González el papel de Suanzes como realizador de este proyecto fue esencial. Gracias a su mentalidad *ingenieril* y a su capacidad de trabajo levantó "una industria poderosa y grande que halagaba el orgullo nacional", pero esta "misma mentalidad le alejaba, sin embargo, de las consideraciones de costes o rentabilidad. Suanzes sólo tenía ojos para la industria."<sup>295</sup>

---

<sup>291</sup> Donges (1976), pp. 150-157.

<sup>292</sup> Desde el primer mandato como ministro Suanzes mantuvo que "si desde que estalló la guerra, en la guerra y en lo que va de paz, el Estado hubiera permitido un régimen de economía liberal, los resultados habrían sido catastróficos. La guerra no se habría ganado." (Discurso a la Subcomisión Reguladora del Algodón, del 7 de agosto de 1939, reproducido en Ballester (1993), pp. 104 y 105).

<sup>293</sup> Aunque fuese interpretada favorablemente por los observadores británicos —Viñas, Viñuela, Eguidazu, Pulgar y Florensa (1979), p. 306 y 307—.

<sup>294</sup> Ballester señala que Suanzes, en su etapa de ministro en Bilbao, fue ya el gran diseñador de la política industrial de la posguerra —Ballester (1993), p. 144—. Para lograr una idea más certera de Suanzes véase Buesa (1982).

<sup>295</sup> González (1979), p. 102.

### Auge del proyecto de industrialización basado en el INI<sup>296</sup>

Lo primero que hizo Suanzes fue rodearse de un grupo de ingenieros militares, como él, para gestionar el Instituto y dotarlo de la eficacia disciplinaria intrínseca a todo lo militar<sup>297</sup>; José Sirvent como Secretario del Consejo, Manuel Ocharán como Director Técnico y Antonio Fernández-Lasquetty en la secretaría<sup>298</sup>. A la vez, protegió al INI fajándolo de apoyos institucionales, objetivo que logró llevando al Consejo de Administración a miembros de los Ministerios de Hacienda, Industria y Comercio, IEME, Alto Estado Mayor, industrias militares y centros de educación superior<sup>299</sup>.

El objetivo era industrializar el país quemando etapas en un plazo de 15 o 20 años utilizando al INI como motor. Además, el INI sería la pieza fundamental para fijar lo que Suanzes denominaba *el interés nacional* y para subordinar a éste los intereses particulares. El concepto de *interés nacional* era más político que económico. En síntesis era la idea de que España debía conseguir la independencia política en el mundo gracias a su capacidad industrial. Una vez que su industria le diera voz y voto entre las potencias económicas la tarea que Suanzes se había impuesto habría finalizado<sup>300</sup>. Pero, para llegar a este punto, primero había que adoptar una serie de decisiones:

a) consolidar el INI,

---

<sup>296</sup> Una síntesis muy precisa sobre el INI puede leerse en: Martín Aceña y Comín (1992).

<sup>297</sup> C. Moya es uno de los escritores que más inciden en que la organización del INI se puede hacer desde una perspectiva de la disciplina militar —Moya (1984), pp. 121 y 122—.

<sup>298</sup> En esta ocasión Suanzes no contó o no pudo contar con J.M. de Areilza. Cuando fue Ministro por primera vez Suanzes tuvo a Areilza en la jefatura del Servicio Nacional de Industria dándole, según Ballesteros, "vía libre para proponer fórmulas de actuación". Ballesteros (1993), pp. 92 y 115.

<sup>299</sup> El Consejo se formó con las siguientes personas: J. Planell, A. Fernández Avila, general Dávila, J. Granell, M. Arburúa, A. Comba, J.M. de Lapuerta y F. García de Sola. *Idéntica estrategia seguiría en la constitución de la Junta de Gobierno del PJC en 1946.*

<sup>300</sup> Ballesteros (1993), p. 146.



b) asegurar una ayuda inicial técnica y económica de una potencia económica afín en lo político y en los objetivos económicos<sup>301</sup>,

c) aumentar la productividad vía la racionalización científica del trabajo y vía planificación ahorradora de costes,

d) aprovechar al máximo las materias primas dentro del espacio territorial más amplio posible,

e) asegurar las fuentes de energía, bien descubriendo yacimientos petrolíferos, bien desarrollando combustibles sintéticos, así como potenciar la electrificación de la industria y,

f) contar con una estructura científica y técnica, que por una lado le asegurara la asimilación de la transferencia de tecnología inicialmente alemana, y que por otro, fuera generando la investigación técnica indispensable para las nuevas industrias nacionales<sup>302</sup>. Suanzes tenía una concepción clara de la importancia de la técnica como factor de avance en la industria:

Si las dos esferas [la de la industria y la de la investigación] en un país siguen trayectorias distintas, si no entran en contacto, si no se ven, ni se oyen, ni se entienden, el resultado es lamentable: la investigación languidece y muere falta de atmósfera adecuada para respirar; la industria no sería digna de ese nombre y se convertiría en algo estático e inerte o, lo que es peor, habría de depender de una técnica y una investigación extraña.<sup>303</sup>

A algunas de estas medidas ya se ha hecho referencia en este capítulo, y otras tienen un extenso tratamiento en las obras tanto de P. Schwartz y M.J. González como de P. Martín Aceña y F. Comín<sup>304</sup>. Con respecto a la productividad y la racionalización científica del trabajo también existen las investigaciones de M. Buesa y J.L. Herrero Castro<sup>305</sup>. Por tanto, aquí nos centraremos en el punto f).

---

<sup>301</sup> Buesa (1982), p. 360. Este asunto llegó a tener cierto peso en la literatura económica de la época —Paris Eguilaz (1942), p. 75 y (1944), p. 262—.

<sup>302</sup> En la Ley de Ordenación y Defensa de la Industria Nacional del mes de noviembre de 1939 se preveía la organización de laboratorios de investigación y ensayos industriales —Ros Hombravella (1978), p. 114 y Buesa (1982), pp. 53 y 54—.

<sup>303</sup> CSIC, 1951, p. 37

<sup>304</sup> Schwartz y González (1978); Buesa (1982) y Martín Aceña y Comín (1991).

<sup>305</sup> Buesa (1982), cap. 4º y Herrero Castro (1985) y (1990).

Suanzes en 1947 expresó sus posiciones al respecto en el Discurso ante la VIII Reunión Plenaria del CSIC:

En la evolución en marcha de nuestra economía que alcanza desde la estructura hasta los rendimientos, y de cuyo acertado y rápido desenvolvimiento depende el bienestar de la Nación, sabemos que la técnica, la investigación, constituye base fundamental e insustituible. Todo el tiempo que nuestros elementos dirigentes se vean precisados a avanzar por los ásperos caminos de la reconstrucción, faltos o escasos de esos esenciales elementos, se les somete a las torturas de la vacilación; y cuanto más pronto, mentalidades españolas con técnica propia —que, repito, no puede ser por ninguna otra sustituida—, desbrocen y abran todos los caminos que conducen desde las materias o producciones básicas hasta el consumo y la exportación, antes alcanzaremos las metas anheladas. Yo se perfectamente que la tarea es muy dura y, desde luego, desproporcionada a nuestras modestas fuerzas. Pero la voluntad y la fe han de hacer milagros. (...) en estas tareas de la técnica y de la investigación aplicada a la producción, (...), es terrible la herencia recibida que nos obliga a quemar todas las etapas.<sup>306</sup>

Un año después volvía a hacer hincapié

la investigación técnica aplicada, saliendo de un penoso ostracismo de muchos años y desarrollándose en un ambiente propicio y optimista, marcha por líneas orgánicas, codo a codo con la investigación pura y con la industria hacia los grandes objetivos del país. Primerísimas capacidades, las más relevantes en la mayor parte de los casos, y especialidades guían, dirigen u orientan la tarea.

Si acertamos a continuar manteniendo el ritmo y la tensión, no está lejano el día en que la industria española considere a la investigación nacional, en todas sus ramas y aspectos técnicos, como a su auténtico cerebro conductor.<sup>307</sup>

Para llevar a cabo esta última medida creó inicialmente dentro del INI la Dirección Técnica y la Empresa Nacional "Adaro" de Investigaciones Mineras (ENADIMSA)<sup>308</sup>. De ellas salían los informes de los peritos especializados, pero al poco tiempo se llegó a una situación en la que la Dirección Técnica debía asumir nuevas funciones como organismo de investigación o subcontratar esa labor. El

---

<sup>306</sup> CSIC (1948a), pp. 93-94.

<sup>307</sup> CSIC (1949), p. 17.

<sup>308</sup> Sobre la investigación minera en el INI véase Martín Aceña y Comín (1991) pp. 157-163 y Sudrià (1992), pp. 12-16.

problema era de inadecuación de la capacidad investigadora a la diversidad de tareas de investigación que requería el INI, es decir, de economías de diversificación<sup>309</sup>. El Instituto necesitaba realizar ensayos semiindustriales para saber si eran viables tecnológicamente sus proyectos empresariales. Para ello requería un gran número de instalaciones de investigación diferentes, porque poco tenían que ver unas con otras las necesidades de personal científico e instalaciones de las distintas industrias.

Mientras existió la conexión tecnológica con Alemania el INI no tuvo que preocuparse por la investigación aplicada anterior al inmediato proceso productivo. El Instituto se limitaba a importar la tecnología para la empresa pública correspondiente, poniéndola a funcionar una vez que las instalaciones industriales se daban por concluidas. Sólo cuando la empresa era de gran tamaño se estimaba pertinente que contase con un centro de investigación, cuya misión principal era la adaptación de tecnologías extranjeras al aprovechamiento de las materias primas nacionales. Esto fue lo que sucedió, por ejemplo, con el Centro de Investigación de la empresa ENCASO:

La puesta en práctica del *Plan para la Fabricación Nacional de Combustibles Líquidos y Lubricantes e industrias conexas*, plantea una serie de problemas técnicos, entre otros de distinto orden, de complejidad, derivada de la misma variedad de aquel. Para la resolución de estos problemas existen técnicas perfectamente industrializadas, en muchos casos en estado de completa madurez, a las que se ha recurrido; pero, además del problema de la adecuada elección de los procedimientos, conjugando los factores de diverso orden técnicos, económicos y locales, resta por realizar una detenida labor de estudio de la primeras materias que se deben emplear en cada caso y de adaptación de los procedimientos ya conocidos, a aquellas; labor por otra parte, estrechamente ligada a la elección de procedimientos de fabricación.<sup>310</sup>

El problema de las economías de diversificación apareció y se fue complicando a medida que el INI iba extendiendo sus actividades, y se agudizó extraordinariamente desde 1944, cuando la transferencia de tecnología desde

---

<sup>309</sup> Sobre el concepto de economías de diversificación véase Chandler (1990).

<sup>310</sup> INI (1952), p. 371.

Alemania quedó cortada. Como siempre Suanzes amoldó sus reglas y decidió que si no podía traerse la tecnología de Alemania habría que potenciar la generación nacional de la misma, y qué mejor que hacerlo que a través del Patronato "Juan de la Cierva". Fue así como empezó la reorganización del PJC, pero el reto era tremendo. Si Suanzes necesitaba, nada mas ni nada menos, que la asistencia técnica de Alemania para su proyecto de sustitución de importaciones, entonces, el esfuerzo que pedía que respaldasen el PJC y los centros de investigación del INI para conseguir el mismo fin, era del mismo calibre que la asistencia técnica perdida.

En aquel momento, corría el año de 1946, calibrar el reto no importaba. La figura de Suanzes estaba en ascenso. Desde julio de 1945 era de nuevo Ministro de Comercio e Industria. Pudo diseñar la política que quiso porque en su mano estaban todos los tres cargos claves (Ministro de Industria y Comercio y presidente del INI y del PJC), lo cual fue así hasta 1951. Como ya se ha señalado Suanzes puso en práctica una política de sustitución de importaciones muy intensa<sup>311</sup>. Esta política se reforzó aún más cuando comenzó el bloqueo comercial y político de EE. UU.

Durante aquel lustro Suanzes se convirtió posiblemente en el ministro con mayor poder en las decisiones económicas e incluso en las científicas<sup>312</sup>. Según Ballesteros fueron él y Martín Artajo los máximos artífices de los acuerdos comerciales con Argentina que permitieron al régimen sobrevivir desde 1946 hasta finales del decenio<sup>313</sup>. Además, Suanzes también jugó un papel destacado en las conversaciones sobre la posible extensión del Plan Marshall a España a principios del mes de febrero de 1948<sup>314</sup>, así como en las negociaciones del primer préstamo de los

---

<sup>311</sup> Aunque Suanzes señaló en la toma del cargo de Ministro que el Estado no tenía la menor vocación de ser industrial —Ballesteros (1993), p. 195—, lo cierto era que las restricciones que ponía inmediatamente detrás de tal aseveración la invalidaban.

<sup>312</sup> A partir de 1950-51 en las Memorias del CSIC Suanzes tiene un discurso de igual importancia que el del Ministro de Educación, y ningún otro presidente de patronato tiene una intervención similar.

<sup>313</sup> Ballesteros (1993), pp. 209.

<sup>314</sup> Viñas (1984), p. 275.

EE. UU. en 1951<sup>315</sup>. En 1951 llegó a su cenit, que era a la vez su tope, porque la economía necesitaba una liberalización que él era incapaz de ofrecer, por consiguiente, llegado a su punto máximo fue cesado. El nuevo Gobierno nació con el Ministerio de Industria y Comercio dividido en dos. Al frente del Ministerio de Comercio se puso a M. Arburúa, un técnico capaz de amoldarse a situaciones de mayor apertura, y en Industria a J. Planell, un hombre hecho a imagen y semejanza de Suanzes pero que era capaz como Arburúa de admitir mayores grados de liberalización y privatización económicas<sup>316</sup>. Con todo, Suanzes es reconfirmado como presidente indiscutible del INI, donde su labor de industrialización a través de la sustitución de importaciones siguió siendo apoyada por el nuevo Gobierno.

#### Decadencia del proyecto de industrialización basado en el INI

Suanzes regresó al INI a finales de 1951 con sus principios algo enmendados por la realidad y la pérdida del Ministerio<sup>317</sup>. Su estrella empezó su lenta caída. Las reprobaciones a su proyecto ya habían empezado a salir a la luz dentro y fuera de la Administración. Hubo gestores que criticaron el proceso de industrialización por los sacrificios que imponía a la exportación, por las distorsiones de precios y costes y por crear una base industrial no competitiva. El núcleo más crítico se encontraba en el Ministerio de Asuntos Exteriores<sup>318</sup>. A su vez, la presión patronal empezó a declarar

---

<sup>315</sup> De hecho, la actitud de Suanzes con respecto a las relaciones con los EE. UU. varió notablemente entre 1946 y 1951, hasta el punto de pedir y desear la colaboración técnica y económica de los EE. UU. —Ballestero (1993), p. 219—, llegando incluso a renegar de la autarquía en el mes de marzo de 1951, cuando se entrevistó con el embajador norteamericano S. Griffis —Viñas (1984), p. 224—.

<sup>316</sup> Sobre la política económica del Gobierno de 1951 sigue siendo un buen resumen el texto de J. Clavera, J.M. Esteban, M.A. Monés, A. Monserrat y J. Ros Hombravella —Ros Hombravella y otros (1978), pp. 236-249—.

<sup>317</sup> Incluso llegó a exponer que en el futuro, cuando la situación mundial y las relaciones exteriores de España se normalizaran, el INI tendría que convertirse en sociedades anónimas mixtas. Al respecto Ballestero cita una carta de Suanzes a P. Garnica, presidente de BANESTO, del mes de diciembre de 1952 —Ballestero (1993), p. 278—.

<sup>318</sup> Viñas (1984), p. 212 y 221. También existieron críticos por el lado opuesto, que achacaban al INI la escasez de resultados —Ros Hombravella y otros (1978), p. 235—.

sus reparos sobre el sistema de intervención<sup>319</sup>, y hasta la prensa económica española censuraba que la importación de bienes de equipo, cuyas destinatarias eran en gran parte las empresas públicas, estaba comiéndose las escasas divisas<sup>320</sup>. Era el anuncio de lo que ocurriría a partir de 1954, cuando el déficit público se hizo constante debido en buena medida a las grandes inversiones industriales, hasta que en 1956 se elevó alarmantemente.

A mediados de los años cincuenta surgieron los mayores choques entre el INI y la iniciativa privada. Las posiciones de Suanzes empezaron a ser anacrónicas. No permitía la privatización de ninguna sociedad del INI, aunque las condiciones fueran muy favorables. Nunca creyó llegado el día de la consolidación de una de las empresas del INI. Siempre quedaba algo por hacer desde la iniciativa pública por ellas. Estaba claro que en un momento de alto crecimiento económico la iniciativa privada se encontraba con distorsiones provenientes del INI<sup>321</sup>. Mientras el crecimiento económico había sido pequeño el INI impuso su política sin grandes perjuicios, pero ahora el INI estaba sufriendo el peso del mercado que reclamaba una menor injerencia del sector público.

Suanzes, inicialmente no estaba sólo ante los ataques, tenía en el Ministro de Industria a su mejor valedor, pero entre ambos fue abriéndose una brecha en torno al tema de la privatización de algunas empresas del INI. Suanzes no quería privatizar, mientras que Planell opinaba que debía iniciarse un proceso en este sentido<sup>322</sup>. Suanzes se quedó sólo, sin apoyos en el Gobierno, ahora él era el único defensor del

---

<sup>319</sup> Molinero e Ysas (1990), pp. 113 y 114.

<sup>320</sup> Como luego pondría de manifiesto M.J. González la composición de las importaciones de alimentos no alcanzaron en ningún momento el 40 % de las mismas, por lo que la mayor parte de los recursos exteriores se dedicaron a financiar insumos industriales. "Por muchas que fueran las necesidades de subsistencia las autoridades nunca dejaron de apostar prioritariamente a la recuperación y el crecimiento de la industria." González (1979), pp. 91 y 92.

<sup>321</sup> El caso más representativo fue el choque de intereses entre Altos Hornos de Vizcaya, por parte de la iniciativa privada y ENSIDESA por parte de INI —Buesa (1982), pp. 281-284; Ballester (1993), pp. 330-334 y Fraile (1992), pp. 37 y 38—.

<sup>322</sup> Ballester (1993), pp. 289-291.

proyecto industrialista que forjara entre 1938 y 1941. En 1957 las cosas empeoraron para Suanzes. La postura de Planell fue reforzada al no ser retirado del Gobierno en la remodelación ministerial de 1957, además, se abrió la puerta del Gabinete a la influencia de los tecnócratas más proclives al libre mercado. En tal sentido, el enemigo principal de Suanzes en la Administración, L. López Rodó, iba ganando puestos claves desde 1956: Secretaría General Técnica de la Subsecretaría de la Presidencia, Secretaría del Gobierno y Oficina de Coordinación Económica y Programación<sup>323</sup>. 1958 no fue mejor año que el anterior para Suanzes. El nuevo Gobierno decidió que el INI dejara en adelante de recibir las subvenciones de los Presupuestos Generales del Estado y que, por tanto, pasaría a financiarse como cualquier otra empresa privada.

Las medidas del Plan de Estabilización de 1959 fueron minando la posición de Suanzes hasta que éste comprendió que sus días habían pasado. Así se lo hizo saber a Sirvent, el último de sus amigos que desde el principio había estado con él en la aventura del INI, cuya presidencia, por cierto, heredaría:

Nosotros somos un instrumento del Gobierno o no somos nada, y yo no puedo ser instrumento adecuado de una política económica cuyos objetivos fundamentales y cuya instrumentación ni comprendo ni mucho menos comparto. Creo que se están mostrando tendencias *capitalistoides* y de defensa de los privilegios de los poderosos.<sup>324</sup>

La suerte estaba echada. Hasta el I Plan de Desarrollo de 1962 Suanzes intentó defender su modelo industrial, pero perdió ante los tecnócratas que consiguieron por fin el Ministerio de Industria en 1962, situando al frente del mismo a G. López Bravo. Suanzes en 1963, al encontrarse sin posibilidades de mantener su política de sustitución de importaciones, presentó su dimisión como presidente del INI, y Franco la aceptó<sup>325</sup>.

---

<sup>323</sup> Payne (1987), p. 465

<sup>324</sup> Párrafo de la carta personal que en el mes de agosto de 1961 Suanzes escribió a Sirvent — Ballester (1993), p. 362—.

<sup>325</sup> Martín Aceña y Comín (1991), pp. 302-304. Como señala M.J. González, Suanzes ya no podía adaptarse a las directrices superiores cambiantes —González (1990), p. 26—.

### Capacidad y alternativa al proyecto de industrialización de Suanzes

Llegado este punto siempre se impone la reflexión sobre los costos que tuvo la política de sustitución de importaciones dirigida por Suanzes. A. Carreras ha marcado una senda con su *aproximación al coste del franquismo*, en la que las ideas de un "enorme derroche de recursos" y de "una gran ineficiencia" dominan el texto<sup>326</sup>. Sin embargo, a esos juicios es fácil oponer que en los años cincuenta se producían bienes que antes se importaban. La réplica inmediata sería un contrafactual, pero sin entrar en él, cabe indicar que la dependencia de nuevas importaciones era mayor, y que el peligro que se quería evitar con la sustitución —el efecto negativo de una crisis internacional sobre las posibilidades de importar productos claves para el mantenimiento de la economía— se había multiplicado. El Informe de la Comisión del FMI que visitó España del 16 de febrero al 6 de marzo de 1959 describía en pocas palabras la situación de los últimos años del decenio:

*debido a las condiciones prevalecientes de severas restricciones en el comercio exterior y el complejo sistema de tipos de cambio múltiples, el esfuerzo inversor no se ha dirigido siempre hacia los sectores más eficientes de la economía. Se ha dado prioridad al desarrollo de la industria básica en relación con la agricultura y las industrias exportadoras. Además, el esfuerzo inversor de los últimos años ha sido financiado en gran medida mediante la creación de crédito y ha sometido a los recursos del país a una fuerte presión, lo que se ha traducido en la aparición de severas tensiones inflacionistas y en la utilización de una gran parte de la reservas internacionales del país.*<sup>327</sup>

Ante estas circunstancias cabe preguntarse, por qué hasta mediados de los años cincuenta Suanzes encontró tan poca oposición frente a este proyecto de

---

<sup>326</sup> Carreras (1989), p. 304.

<sup>327</sup> Este informe no se publicó ni se tradujo, pero J. Muns ha copiado algunos fragmentos en su libro sobre la historia de las relaciones de España con el FMI que es de donde se ha tomado el presente párrafo —Muns (1986), p. 30—.



industrialización. De hecho no fue así. Como se ha señalado anteriormente desde 1950 no faltaron las críticas al principio de la sustitución de importaciones, ya que éste relegaba los conceptos de coste de oportunidad y de ventaja comparativa, además de impedir una política económica que diera un mayor protagonismo a la agricultura. Sin embargo, la eventualidad de que aquellas voces se dejaran oír después de diez años de régimen, no quiere decir que desde el primer momento no existiesen proyectos alternativos, aunque nunca pasaran de meros antecedentes intelectuales sin proyección política. Desde el principio hubo una tímida pugna entre un modelo más agrícola y exportador, y uno más industrial y proteccionista que, como indicó M.J. González, se decidió a favor del segundo:

el General como el ingeniero [Suanzes] no entendían por aquel entonces el problema de la normalización de los mercados de alimentos. (...) La primacía de la industria como preocupación de las autoridades condujo del modo más natural al abandono relativo de la agricultura. (...) la agricultura no conoció otros estímulos que el intervencionismo desmedido y el racionamiento estricto de precios y cantidades.<sup>328</sup>

Ahora bien, si el modelo agrícola-exportador no salió adelante no fue por falta de la capacidad intelectual de sus defensores. De entre ellos destaca la aportación de R. Carande por su sencillez y claridad. Es a su propuesta a lo que J. Velarde ha denominado en ocasiones como el modelo Carande<sup>329</sup>.

Carande escribe en 1941 "Bases de una política económica de reconstrucción" en la *Revista de Estudios Políticos*<sup>330</sup>. En este artículo se muestra enemigo de la burocracia del Estado aplicada al control de la economía, porque el rendimiento que logra en comparación con la libre iniciativa es mínimo<sup>331</sup>. Ante el proteccionismo industrializador opone un modelo basado en la agricultura de exportación y en el

---

<sup>328</sup> González (1979), p. 102. F. Estapé sintetizó el resultado final de la polémica entre partidarios de la industrialización y los partidarios del fomento de la agricultura —Estapé (1975), pp. 35-37—.

<sup>329</sup> Velarde (1990), pp. 17-23 y Velarde (1990b), pp. 124-132.

<sup>330</sup> Carande (1941).

<sup>331</sup> Carande (1941), pp. 51 y 52.

aumento de la productividad de la agricultura por medio de una reforma, cuyo objetivo sea sólo ese, es decir, la productividad, y no la vindicación. Sólo coincide con el proyecto de Suanzes en la necesidad de alentar "la técnica, dirigirla, introducir procedimientos de producción que utilicen primeras materias que existen en el suelo nacional. Camino para lograrlo son el patrocinio de los estudios de investigación en busca, por ejemplo, de sustitutivos, y el encauzamiento de las inversiones de capital."<sup>332</sup> Para Carande el motor económico sería la agricultura, que tiraría de lo que denomina "cuadro de industrias agrícolas": *industrias alimenticias*, (conservas de fruta, pescados y productos del ganado, las fábricas de harinas y las azucareras), *textiles*, de fertilizantes e industrias tradicionales ligadas a los recursos naturales, como la industria corchera, la perfumería, la farmacéutica y papelera<sup>333</sup>. Por último señala que para que el modelo funcione se precisa una fiscalidad directa y progresiva.

Suanzes se oponía al modelo de Carande por principio<sup>334</sup>, ya que por mera observación intuía que existía coincidencia por una parte entre países poderosos y mayor grado de actividad industrial y, por otra, entre países colonizados y mayor grado de actividad agraria. Anteponía la industrialización sustitutiva de importaciones a cualquier concepto de aprovechamiento de las ventajas comparativas, porque para él, la aplicación de este último concepto a la política económica suponía admitir que se era un país sin rumbo, factible por tanto de ser colonizado. En consecuencia, había que defenderse, mantener una lucha de resistencia frente a la colonización, derrotando al interés particular de los españoles que favoreciese dicho tipo de actuaciones. No había que dejarse engañar porque al principio aumentase la riqueza

---

<sup>332</sup> Carande (1941), p. 54.

<sup>333</sup> La investigación de E. Morellá, sobre los índices de producción industrial sectoriales, revela que los criterios de política industrial reasignaron los recursos que tradicionalmente se dedicaban a industrias del tipo de las propuestas por Carande (la industria de la alimentación por ejemplo), para utilizarlos en industrias pesadas —Morellá (1992), p. 135-137—

<sup>334</sup> La oposición de Suanzes a Carande no existió como un documento de réplica. Para entablar ese enfrentamiento habría que suponer que Suanzes apoyaba los modelos económicos que intelectualmente se oponían al de Carande, como los de J.M. Areilza, A. de Miguel, A. Robert o H. Paris Eguilaz — Robert (1943), Paris Eguilaz (1945) y (1947)—. Apreciaciones sobre los modelos se encuentran en Viñas (1984), pp. 216-219 y Velarde (1990) y (1990b)—.

por las exportaciones, ello significaba el primer paso del colonialismo económico, tal y como lo denunciaba a principios de los años cuarenta H. Paris Eguilaz:

hasta 1935, España, en el orden industrial, sometida a la presión de intereses extranjeros, era poco más que una colonia distinguida, y los intentos de industrialización tropezaron con la oposición de esos intereses extranjeros; negociantes y economistas liberales de nuestro país en aquella época hacían el juego a aquellos intereses y el resultado fue un desarrollo industrial escaso hasta 1935, no por falta de condiciones, como se afirmaba por esos grupos, sino por la situación de semicolonía que la presión exterior, con la complicidad de grupos interiores, había sometido a España.<sup>335</sup>

Con estos prejuicios, el modelo de Carande, de haberlo leído Suanzes, sencillamente le hubiera resultado un proyecto traidor y cobarde. Ante la sugerencia de Carande de que

la reconstrucción económica de España, nos inspira; ante todo, el propósito de caminar sobre realidades fundamentales, es decir, sobre las más firmes como punto de apoyo: sobre nuestra agricultura. (...) la ambición de independencia económica y de poderío nos obliga a impulsar con gran energía nuestra industrialización. Corrigiendo errores sufridos, la industria debe venir en ayuda de la agricultura,<sup>336</sup>

Suanzes respondía:

Flota en determinados ambientes el tópico de la España agrícola, que por la intención con que se flamea para mí es tanto como si un lisiado se dedicara a pregonar a los cuatro vientos ¡soy manco!, ¡soy manco!.<sup>337</sup>

El modelo de Carande era perfectamente plausible al principio de los años cuarenta, e incluso defendía ciertas características de la autarquía, pero los artífices del Plan de Estabilización de 1959 ni siquiera intentaron llevar a la práctica alguna de

---

<sup>335</sup> Paris Eguilaz (1965), p. 190.

<sup>336</sup> Carande (1941), pp. 54-55 y 73.

<sup>337</sup> Citado por Ballestero de la conferencia "La minería como base de la industrialización" que diera Suanzes en el mes de junio de 1943 —Ballestero (1993), p. 146—. De todas maneras no se puede decir que Suanzes no quisiera saber nada de la agricultura. Entendía que debía industrializarse y modernizarse y fue por ello por lo que desde el INI apoyó la fabricación de maquinaria agrícola —Buesa (1982), pp. 157-160— y desde el PJC promovió institutos cuya misión era "revalorizar" las materias primas del campo.

sus líneas maestras. Ya no se podía. La transformación de la estructura económica y de las ventajas comparativas, así como el crecimiento industrial de los años cincuenta determinaban otros rumbos que no eran los del modelo de Carande. La cuestión sería dilucidar cómo Suanzes, con unos principios económicos tan parcos, consiguió aquel crecimiento industrial. La esencia de aquellos principios la expuso en 1946:

Es absolutamente preciso incrementar la riqueza y la renta nacional, nuestro potencial económico en definitiva, y ello ha de lograrse por una intensa racionalización de nuestras producciones, capaz de proporcionarnos no sólo los productos necesarios para nuestro consumo interior, correctamente seleccionados en función de nuestras especialidades características, sino los precisos para mantener un activo y nivelado intercambio, revalorizando con nuestro esfuerzo nuestras exportaciones y, entre ellas, especialmente las que, siendo tradicionales y típicas, son eminentemente representativas de los dones que la Providencia ha derramado sobre nuestra bendita tierra.

Esta labor que, para salvar penosas etapas y deficiencias anteriores, ha de absorber el esfuerzo ininterrumpido y acuciante de nuestra generación, haciéndola digna de las siguientes, precisa el apoyo o la base insustituible de una técnica investigadora propia que, aun utilizando en el mayor grado posible la de los demás, con el más amplio y ponderado sentido de la cooperación (...) que tenga en cuenta las características especiales de nuestras materias primas...

Admitiendo como axiomáticos estos principios fundamentales —que brindo especialmente, no a vosotros, sino a los que, con un fácil espíritu crítico o con una visión limitada o deformada, confían la solución de nuestros graves problemas técnico-económicos, conocidos, lógicos y fácilmente diagnosticables, no al esfuerzo continuado, penoso y empapado de espiritualidad y sacrificio, sino al regalo de unas cosechas más o menos excepcionales, o al arbitrio exclusivo de unas disposiciones de la "Gaceta", cuando no al esfuerzo y acierto de los demás o a apoyos externos que, fuera de límites técnicamente normales, vengan a resolver nuestras dificultades—...<sup>338</sup>

Como señalan Schwartz y González este entusiasmo de Suanzes por producir más y más le condujo a mantener la teoría de que el consumo, en una fase de engrandecimiento, seguiría a la producción sin retrasos sensibles. Esta opinión resultaba descabellada a los ojos de buena parte de los empresarios de la época, pero como indican los autores citados, "los hechos parecieron darle la razón a él más que a

---

<sup>338</sup> CSIC (1947), discurso de J.A. Suanzes al Pleno del CSIC, pp. 5 y 6.

los pesimistas: en veinte años, de 1940 a 1960 el producto industrial iba a crecer un 150 %."<sup>339</sup>

Lo primero de todo es atisbar el peso específico del INI en ese crecimiento industrial<sup>340</sup>. Para el período 1942-1949 la participación supuesta del INI en la inversión nacional en industria fue de 11.125 millones de pts. sobre un total de 21.685 millones de pts. invertidos por toda la industria, lo que supone un 51,3 %<sup>341</sup>. Según J. Donges el "INI ha desempeñado un papel importante en el proceso de industrialización en los años cuarenta y cincuenta. Su contribución a la formación interior bruta de capital en el país ha sido apreciable (se puede estimar en un 5 al 6 %); y lo mismo cabe decir de su contribución, directa e indirecta, al valor añadido de la economía en general (probablemente cerca del 15 %) y de su creación de puestos de trabajo (afectando aproximadamente al 2 % de la población activa)."<sup>342</sup> Para el período 1950-1960 podemos ofrecer datos de producción por actividades. Entre 1950 y 1960 el INI supuso el 50,3 % de la producción de crudo destilado, el 3% de la producción de carbón, el 11,6 % de la producción de energía eléctrica, el 57,5 % de la producción de vehículos industriales, el 31,8 % de los abonos nitrogenados, el 39,6 % de los buques entregados entre 1954 y 1960, el 67,5 % de los turismos entre 1953 y 1960 y el 14,3 % del acero entre 1958 y 1960<sup>343</sup>. A la espera de nuevas investigaciones, puede aventurarse que el peso del INI en el crecimiento de la producción industrial nacional

---

<sup>339</sup> Schwartz y González (1978), p. 37. Los datos de A. Carreras al respecto también confirman un crecimiento similar entre ambas fechas: el Índice de Producción Industrial (IPI) de 1940 es 83,9 frente al de 1960 que es 203,6. Pero esto no oculta que hasta 1948 (IPI 99,6) no se recuperó la situación anterior a la guerra civil (IPI 97,9 para el año 1935), de lo que se deduce que el crecimiento fuerte pertenece al decenio de los años cincuenta, sobre todo entre 1950 y 1958 —Carreras (1989b), pp. 192 y 193—.

<sup>340</sup> Martín Aceña y Comín han sido los que más detenidamente han estudiado la participación del INI en la economía española —Martín Aceña y Comín (1990) y (1991), pp. 51-121—.

<sup>341</sup> Martín Aceña y Comín (1991), p. 94 (cuadro 5). Esta cifra corrobora las apreciaciones de J.M. Esteban, que en 1977 apuntaba que el Estado jugó un papel destacado en la formación de capital durante el decenio de los cuarenta, ya que la inversión pública se mantuvo alrededor del 40 % de la inversión total —Esteban (1977), p. 165—.

<sup>342</sup> Donges (1976), p. 42.

<sup>343</sup> La fuente para estos datos es el cuadro 6 del apéndice estadístico del libro sobre el INI de P. Martín Aceña y F. Comín —Martín Aceña y Comín (1991), pp. 647-650—. Para los casos de la importancia del INI en la minería y en la siderurgia véanse los trabajos de C. Sudrià —Sudrià (1992)— y de P. Fraile —Fraile (1992)—.

entre 1940 y 1960 fue cercano a un tercio de la misma —es decir, que posiblemente sería el responsable de 50 puntos de crecimiento porcentual de los 150 que señalaran Schwartz y González—. Esta burda apreciación se puede reforzar si consideramos que la participación del INI en la producción sustitutiva de importaciones era superior a la basada en especialización, porque asociando esta idea a los datos que J. Donges ofrece sobre la participación de la sustitución de importaciones en el crecimiento de la producción<sup>344</sup>, tendremos que el INI fue el responsable de más de un tercio del aumento de la producción entre 1940 y 1960.

La clave de como consiguió Suanzes este crecimiento se encuentra en su método de organización, gestión y de trabajo, siempre más extensivo que intensivo. Para llevar a cabo cualquiera de sus proyectos lo primero que necesitaba era un buen número de fieles colaboradores, incapaces de transgredir unas tareas que estaban claramente definidas por él<sup>345</sup>. Sus copartícipes a su vez tenían sus equipos, formando así una estructura cuasimilitar capaz de generar miles de informes y bastantes puestos de reducida productividad<sup>346</sup>. Este esquema de trabajo requería inicialmente pocas instalaciones, pero con el tiempo el capital fijo aumentaba al ritmo que crecía el número de empleados. Si a esto añadimos que eran muchas las actividades industriales y tecnológicas donde Suanzes deseaba realizar su política

344

Contribución de la sustitución de importaciones al crecimiento de la producción (1941-1958).

AÑOS	%	%	%
1941-1951	75,2	69,9	49,0
1951-1958	60,2	24,4	106,4

Fuente: Donges (1976), p. 155, cuadro 23.

345 Además, este método extensivo de trabajo multiplicaba las reuniones de las Juntas, Comités y Comisiones que presidía, y llevaba a la repetición de tareas muy similares.

346 El uso extensivo del personal fue una característica que Suanzes transmitió a sus colaboradores. G. Tortella y J.C. Jiménez señalan que cuando J. Planell fue nombrado para director del Banco de Crédito Industrial lo primero que echó en falta fue gente, acto seguido empezó a contratar empleados llegando en un sólo ejercicio (1965-1966) a duplicar la plantilla —se pasó de 150 a 300 trabajadores—, lo cual repercutió en una bajada de la productividad de un banco que antes del año 1965 arrojaba una buena relación entre activos financieros y personal —Tortella y Jiménez (1986), pp. 149-153—.

económica de sustitución de importaciones, tendremos que en poco tiempo originaba instituciones que ocupaban a un buen número de personas, instalaciones y actividades, todas ellas entrelazadas de un modo u otro<sup>347</sup>. El resultado era difícil de dismantelar. Como los objetivos que se fijaba eran tan vastos y a tan largo plazo, nunca se llegaba al final, y lo que es más grave, el proceso de crecimiento era difícil de parar. Las tareas se iban acumulando y las necesidades de capital y trabajo aumentaban<sup>348</sup>. En un sistema de organización como este, resultaba complicado desmontar las líneas de actuación fallidas, o que habían entrado en rendimientos decrecientes. Como mucho se mantenían hasta que por su propia inercia desaparecieran.

El origen del problema estaba de nuevo en el objetivo último, es decir en la sustitución de importaciones, que lo condicionaba todo generando diferentes círculos viciosos: cuantas más líneas de actividad industrial y tecnológica se abrían, mayor era el campo de actuación para las sustituciones, mayor la necesidad de generar capital humano, mayor la dependencia de bienes de equipo y material de laboratorio, y, año tras año, menor en términos comparados el terreno recorrido ante la vastedad del terreno por recorrer. En cuanto el INI acometió la sustitución de bienes intermedios y de capital surgieron los efectos perversos: exceso de capacidad productiva, infrautilización del factor trabajo frente a una utilización del factor capital (a través de la maquinaria importada) propia de otros países con diferente dotación de factores, distorsiones en los costos por basarse en precios regulados, tensiones inflacionistas, reducción de recursos a disposición del sector privado, debilidad de la capacidad exportadora del conjunto de la economía, aumento del grado de dependencia de las importaciones esenciales, freno paulatino de la industrialización por la imposibilidad de

---

<sup>347</sup> Como por ejemplo el INI y el PJC a través de la Junta de Gobierno del PJC y de los Departamentos de la Dirección Técnica del INI.

<sup>348</sup> J. Donges señala que la limitación de recursos financieros del INI tendría que haberse concentrado en inversiones de alta productividad y máximos efectos multiplicadores, pero "el INI desbordó sus finalidades originarias y contrajo múltiples compromisos, financiándose en buena parte con cargo al tesoro nacional y con créditos del Banco de España." Donges (1976), p. 41.

aumentar las reservas de divisas e industrialización de regiones por motivos no estrictamente económicos<sup>349</sup>. Un proyecto de sustitución de importaciones a tan largo plazo, sólo se pararía por dos razones: primera, porque la utilización de los recursos disponibles entrase en rendimientos decrecientes, o no se pudieran reproducir a la velocidad ni en la escala requeridas, y segunda, porque el mercado se saturara —en este segundo caso suponemos que en muy pocas situaciones cabría la salida a mercados exteriores, porque la producción no se había realizado con el objetivo del aprovechamiento de las ventajas comparativas—. De las dos razones la primera fue la principal.

Esta hipótesis necesita refrendarse con algunas investigaciones. En esta oportunidad, en los capítulos siguientes, tan sólo analizaré un aspecto: el relacionado con la incapacidad por parte del PJC de proporcionar los recursos tecnológicos necesarios para el proyecto de sustitución de importaciones del INI. El caso del PJC, examinado desde este punto de vista, es significativo, porque representa por una parte la primera quiebra del proyecto de Suanzes, y por otra, un intento potente de acercamiento tecnológico.

---

<sup>349</sup> Los efectos indeseados propios de la política de sustitución de importaciones son los que señala J. Donges —Donges (1976)—. Con respecto a la política regional del INI véase: Martín Aceña y Comín (1990).



### 3.2 Los primeros años del Patronato "Juan de la Cierva" (1940-1945).

En 1940 aparece dentro del CSIC la *Ponencia Organizadora del Patronato "Juan de la Cierva"*. Su comisión ejecutiva estuvo trabajando hasta el mes de junio de 1945, fecha en la que presentó el *Plan General de Orientación de la Investigación Técnica*. En este período las autoridades del CSIC quisieron ocultar cualquier conexión con las anteriores instituciones de la JAE<sup>350</sup>. Pero ello era difícil, porque los edificios, parte del personal e incluso los nombres, o eran los mismos o se parecían. Así por ejemplo, el PJC contaba con una Junta de Relaciones Culturales para Otorgar Pensiones en el Extranjero cuya similitud de nombre y función era notoria en relación a la antigua JAE. Sin embargo, pretendieron dejar patente que el nuevo Gobierno era el primero que se había preocupado por la investigación aplicada de carácter técnico. J.M. Albareda (Secretario General del CSIC) presentó la labor del Patronato como:

Completamente nueva (...). Los pocos institutos que ahora integran este Patronato tienen en gran parte su arranque actual, y a todo el volumen de la organización que se está formando no se le encuentran precedentes anteriores al nuevo Estado.<sup>351</sup>

Albareda no mentía, pero ocultaba parte de la verdad. Era cierto que de los tres institutos que formaban el Patronato -el redenominado ahora Instituto "Leonardo Torres Quevedo" (IL Torres Quevedo), el del Combustible (I. del Combustible) y el Técnico de la Construcción y Edificación (ITC Edificación)- dos fueron de nueva creación. Pero, el IL Torres Quevedo procedía directamente de la FNICER.

La oportunidad de crear los dos nuevos institutos estaba plenamente justificada por los representantes del Gobierno. Ibáñez Martín, Ministro de Educación Nacional, incidía en la importancia del I. del Combustible y del ITC Edificación:

ha de afrontar una empresa vitalísima para el país (refiriéndose al I. del Combustible): la de encontrar la clave del carburante nacional. El tercero (ITC Edificación) velará por los arduos problemas técnicos que presentan las

---

<sup>350</sup> Las autoridades del Patronato eran: Rafael Benjumea Burín y Esteban Terradas Illa como presidentes honorarios, Antonio Aranda Mata, como presidente, Manuel Soto Redondo como vicepresidente, Manuel Lora Tamayo como secretario y Fernando Lapuente González como vicesecretario —CSIC (1942)—.

<sup>351</sup> CSIC (1942), p. 7.

comunicaciones, las grandes reservas hidráulicas y la construcción arquitectónica.

Rendimiento ingente el que el Estado exige aquí a los investigadores de nuestros días. Porque esta técnica es sencillamente la salvación de nuestra industria y de nuestra economía y el más oportuno de los impulsos para la necesaria prosperidad material de la Patria.<sup>352</sup>

Dos problemas estaban tras los nuevos institutos: por una parte, la necesidad de combustible para volver a tener energía con la que poner en marcha la economía, y por otra, la reconstrucción de los edificios e infraestructuras dañadas durante la guerra civil<sup>353</sup>. La preocupación por estos temas no sólo era patrimonio del Patronato, pues de las cuatro conferencias organizadas por el CSIC en 1940 todas fueron de investigación aplicada de carácter técnico, tres sobre reconstrucción de instalaciones y una acerca de carburantes<sup>354</sup>.

En este corto período que va de 1940 a 1945 las líneas de investigación del Patronato parecían estar respondiendo a un "tirón desde la demanda", o al menos a un "tirón" provocado por unas necesidades inmediatas de la economía y la sociedad. Los nuevos institutos se crearon para cubrir la demanda de soluciones de dos importantes problemas en la posguerra: reconstrucción y carencia de combustibles. Sin embargo, la posible repercusión del Patronato en la industria debía pasar a radicarse en su capacidad de "empuje desde la ciencia aplicada" para influir en la industria. De nada valía un "tirón desde la demanda" para que se realizara una aportación novedosa, si previamente no había habido una acumulación de conocimientos técnicos aplicados. Inicialmente el "tirón desde la demanda" sólo servía para señalar la dirección de la investigación, pero la consolidación de la dirección dependía de la capacidad investigadora acumulada en trayectorias de investigación similares.

---

<sup>352</sup> CSIC (1942), p. 45.

<sup>353</sup> La primera empresa que se ofreció a colaborar con el Patronato fue CAMPSA, que incluso se hizo cargo de varios temas de investigación ligados al recién nacido I. del Combustible —CSIC (1942)—.

<sup>354</sup> La conferencia sobre carburantes fue impartida por el Dr. Oetken, Director de la *Lurgi Gesellschaft für Wärmetechnik* de Frankfurt, con el título: "Desarrollo y orientaciones modernas en el campo de la obtención de carburantes a partir de combustibles sólidos." —CSIC (1942), p. 56—. La presencia de conferenciantes alemanes en los primeros momentos del CSIC fue predominante con respecto a cualquier otro país de procedencia. En 1941 sería el profesor E. Wehrle el que visitaría el CSIC para explicar: "Las bases económico-sociales de la política económica Alemana" y "Las bases de la política comercial exterior de Alemania, con especial consideración de las relaciones económicas hispano-alemanas".

### 3.2.1 Herencia y novedad del Patronato "Juan de la Cierva".

El Patronato estaba creándose y atendió a las dos maneras posibles de fijar sus líneas de investigación: unas por herencia (empuje desde la ciencia) y otras por sugerencia desde la demanda (tirón desde la demanda y las necesidades). De la primera había surgido únicamente el nuevo IL Torres Quevedo, y de la segunda los otros dos institutos. Cada una de las dos formas de crecer iba a originar nuevos centros y una manera propia de la institución para ir organizando su crecimiento. El Patronato desde sus comienzos tenía que tener una política de absorciones y otra de creaciones que no se consolidarían plenamente hasta 1951. La primera fue relativamente fácil de llevar a cabo, siempre y cuando quedase claro qué era investigación técnica aplicada y qué no. Por tanto, cualquiera de los centros de investigación aplicada podían ser absorbidos en el Patronato, tal y como había sucedido con el IL Torres Quevedo<sup>355</sup>. Por contra, la política de creaciones era más difícil. A parte de los institutos ya fundados, la cuestión clave ahora era cómo el Patronato iba a ser capaz de percibir las "demandas". La propuesta para la "solución" vino inmediatamente de las autoridades del CSIC. Entre 1940 y 1941 se establecieron las bases por las cuales el Patronato iba a intentar conocer las penurias técnicas de la industria a través de canales institucionales:

1ª) Se crearon comisiones especializadas de expertos en función de determinados temas de interés nacional fijados por los miembros del Patronato. Las comisiones tenían el cometido de averiguar el estado de las técnicas en el país, y decidir que proyectos debían emprenderse por ser más imprescindibles. Las comisiones creadas fueron las de: Industria química inorgánica, Industria química orgánica, Combustibles, Metalurgia, Construcción, Industrias mecánicas,

---

<sup>355</sup> En la *Memoria de 1940-1941* se enumeran determinados centros ligados a la ciencia química, herederos de la JAE o que habían surgido en las Universidades, sobre los que se estaba planteando su posible integración en el Patronato. En concreto eran: el Instituto Nacional de Química, el Instituto de Química Aplicada de Oviedo, los Laboratorios de Química Inorgánica y de Metalografía y las Secciones de Química Orgánica de Barcelona y Sevilla. Al principio sólo algunos departamentos de estos institutos entrarían a formar parte del Patronato, con la excepción del Instituto de Química Aplicada de Oviedo (IQA Oviedo), que en pleno entraría en 1943 dentro del Patronato. Este instituto era dirigido por José M<sup>a</sup> Fernández Ladreda, y la secretaría corría a cargo de José M<sup>a</sup>. Pertierra. El centro contaba con los laboratorios de: la Universidad de Oviedo, la Fábrica Nacional de Armas, la Fábrica de Explosivos de La Manjoya, y la Fábrica Nacional de Trubia —CSIC (1942)—.

Construcciones Aeronáuticas, Electrotecnia e hidroeléctrica, Técnica militar, Física aplicada e Industrias derivadas de la agricultura<sup>356</sup>.

2ª) Los Sindicatos de nuevo cuño franquista, "como organismos estatales representativos de la industria" también debían fijar temas de interés nacional y coordinar sus centros de investigación con los del Patronato, pero este canal como se vera funcionó en contadas ocasiones.

Una vez se hubieran conocido las necesidades, se planteaba que los diferentes centros del Patronato, incluyendo los que se crearan nuevos, se encargarían de cada tema. Esto conllevaba que los sectores industriales que pudieran beneficiarse en el futuro de las investigaciones del Patronato, deberían contribuir directamente al sostenimiento económico de aquellos institutos que realizasen proyectos de investigación beneficiosos para el conjunto del grupo industrial. Se trataba de una política científica de "movilización" en la que los intereses particulares de las empresas quedaban supeditados al interés nacional de hacer frente a una situación de posguerra y guerra mundial.

El Decreto de 7 de marzo de 1941 por el que se reestructuraba el CSIC quería ser "la base de una movilización científica al servicio de los grandes temas nacionales", obligaba a cooperar a Ministerios y Sindicatos con el PJC para fraguar un plan de tareas a realizar. Establecía que en el plazo de un mes remitirían al Patronato la "relación detallada de los temas de investigación científico-técnica cuyo estudio interesa acometer desde un punto de vista nacional, deducidos de los problemas planteados en los diversos sectores que representan (...) podrán ser utilizados para los trabajos que se realicen bajo el alto patronato del "Juan de la Cierva Codorníu" los laboratorios de las Universidades y Escuelas especiales, así como cuantos Institutos y Centros de experimentación oficial existen hoy, de acuerdo siempre con sus

---

<sup>356</sup> A su vez las comisiones se unían a través de sus presidentes en la Comisión para el Examen de los Inventos, presidida por el Vicesecretario del Patronato. Entre 1940 y 1941 esta Comisión estudió un centenar de proyectos, la mayoría de inventores particulares, de los cuales dos fueron informados favorablemente, comprometiéndose a financiarlos y a desarrollarlos en el IL Torres Quevedo —CSIC (1942)—.

respectivas especialidades y las de sus profesores y técnicos, a los que habrá de encargarse la realización de aquéllos."<sup>357</sup>

Hasta 1946 el PJC sufriría una lucha interna entre dos tendencias: una pujante, que se identificaba con la movilización científica similar a la industrial propia de los tiempos de guerra, y otra que aparecía por inercia, propia de la trayectoria científica precedente. Sobre el papel, la dirección principal de la investigación, la estructura del Patronato y el modo de relacionarse con la industria quedaban fijadas, pero en la práctica el Patronato entró en una clara fase de indefinición que duraría hasta 1945-1946. Ello se debía a la ambigüedad de la política de absorción y a que no se marcaban los límites de lo que se entendía por investigación científica técnica. Ya en 1941, se había integrado en el Patronato el Instituto Nacional de Geofísica (IN Geofísica) y con él la antigua red de observatorios astronómicos, en su mayoría pertenecientes a los jesuitas, entre los que sobresalía el del Ebro, un observatorio que realizaba labores que nada tenían que ver con la industria<sup>358</sup>.

Tal como le sucediera a la FNICER, ahora el Patronato se encontraba subvencionando unos centros alejados de sus propósitos. En el caso de la FNICER sus autoridades habían fijado con mayor claridad sus objetivos, pero con todo, el gobierno de la República les había "endosado" la Exploración del Amazonas. En el Patronato la reorganización general de todo el sistema institucional de investigación hacía que fueran a parar allí centros que no realizaban investigación técnica. Sin embargo, esto no quiere decir que el Patronato se despreocupara de la investigación técnica, lo que se refleja en el hecho de que el ILT Quevedo contaba con el mayor presupuesto de todos los institutos, siendo el que más servicios técnicos efectuaba<sup>359</sup>.

---

<sup>357</sup> —CSIC (1942), p. 240—.

<sup>358</sup> En el 2º Pleno del CSIC del 15 de diciembre de 1941 M. Lora Tamayo (Catedrático de Química) Secretario del Patronato, al informar de las actividades desarrolladas por los centros del Patronato presentó las de los observatorios astronómicos del Ebro y de la Cartuja —CSIC (1942)—. Los observatorios habían entrado en el Patronato a través del recién creado Instituto Nacional de Geofísica. Este instituto fue inicialmente adscrito al Patronato. Su presidente fue José García Sifleriz, el vicepresidente Vicente Inglada Ors y el secretario Wenceslao Castillo —CSIC (1942)—. Para más información sobre el Observatorio del Ebro antes de la guerra civil véanse Camarasa, Martí y Roca (1992), p. 27-29 y Puig Raposo y López García (1992).

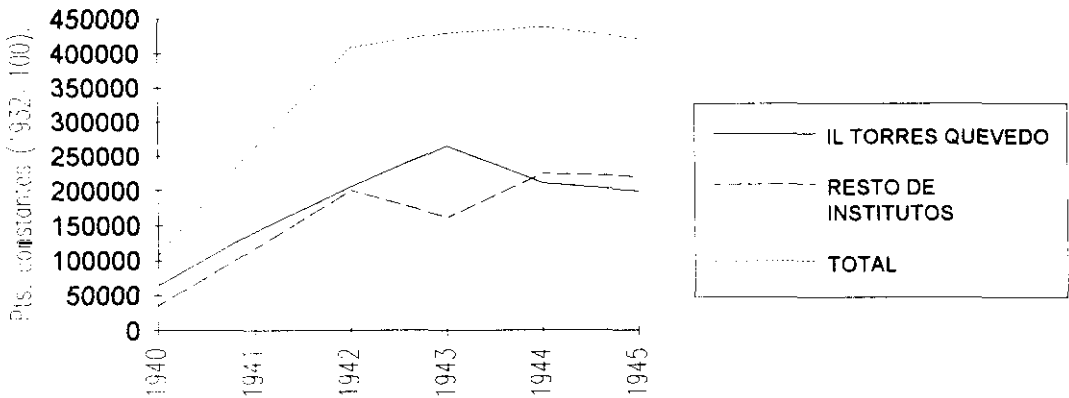
<sup>359</sup> Una de las actividades más destacables de esta época del ILT Quevedo fue el abastecimiento de instrumentos de precisión para el Ministerio de Marina —CSIC, 1942—.

El gráfico 3.1. muestra el predominio económico del IL Torres Quevedo a lo largo del período que va de 1940 a 1945. Esto deja claro que la importancia de la tradición recibida y de la acumulación estaban determinando la marcha del Patronato de forma contundente, y que sólo a partir de 1944 la situación varió de forma leve. Ahora bien, con respecto al resto de institutos resulta importante saber como evolucionaron, puesto que su desarrollo determinó el futuro del Patronato. En el gráfico 8 aparecen desde 1940-1945 sólo cuatro centros con un cierta constancia temporal en el gasto: ITC Edificación, IN Combustible, IN Geofísica y los observatorios astronómicos. Como puede apreciarse, si se exceptúan los dos primeros, el Patronato estaba soportando una carga ajena a sus objetivos primigenios que absorbían una cuarta parte de su presupuesto. Sería a partir de 1944 cuando la situación empezó a cambiar con el crecimiento en el gasto de otros institutos claramente dedicados a la investigación técnica: el Instituto de Investigaciones Técnicas de Barcelona (IIT Barcelona<sup>360</sup>), el Instituto de Química Aplicada de Oviedo (IQA Oviedo) y el Laboratorio de Metalografía de la Escuela de Peritos Industriales de Valencia (LM Valencia). Este cambio se debió a la directriz explícita del Patronato de ir absorbiendo sólo centros de investigación técnica. La otra directriz, la de creación de centros en función de la demanda y las necesidades, había quedado zanjada de momento con el ITC Edificación y el I Combustible, es decir, una cuarta parte atendiendo al gasto realizado.

---

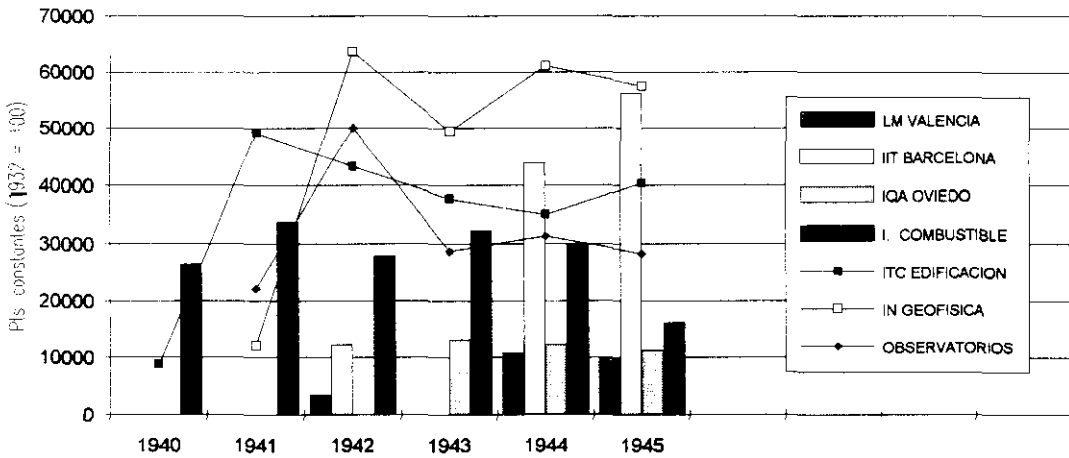
<sup>360</sup> El IIT Barcelona era el antiguo Laboratorio General de Ensayos, Análisis e Investigaciones de la Diputación Provincial de Barcelona que con anterioridad se ha tratado. Realizaba el ensayo de todo tipo de máquinas y productos electromecánicos y eléctricos. El CSIC y la Diputación "fundaron" en 1944 el IIT Barcelona. Para ello se sirvieron de un patronato en el que estaban representados las Escuelas Técnicas Superiores, los sindicatos y la industria privada. Sus actividades estaban orientadas por el Director de Investigaciones Técnicas del CSIC: Aureo Fernández Avila. Las áreas de trabajo e investigación estaban divididas en las siguientes secciones: electricidad, física industrial, mecánica y ensayos, metalurgia y metalografía, materiales de construcción, química analítica, química física, textiles, celulosas y tenería.

**GRAFICO 3.1. Gastos por institutos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva", 1940-1945.**



Fuente: CUADRO - PJC 2. Apéndice estadístico.

**GRAFICO 3.2. Gastos por centros de investigación del Patronato "Juan de la Cierva", exceptuando el Instituto "Leonardo Torres Quevedo" (1940-1945).**



Fuente: CUADRO - PJC 2. Apéndice estadístico.

Hasta el momento se ha expuesto la razón por la cual se creó el Patronato — realizar investigación técnica— y se han detallado las dos directrices (absorción y creación) por las que se fue dotando de institutos donde realizar la investigación. Se ha destacado que, en el período estudiado, fue la directriz de absorción la que

predominó —tres cuartas partes del gasto—, y que esta política de absorción trasplantó centros al Patronato donde la investigación técnica no era la actividad predominante —IN Geofísica y los observatorios astronómicos—. Llegado este punto hay que establecer cuales eran las *trayectorias tecnológicas* del Patronato.

Dado el pequeño grupo de institutos que lo formaban, y que cada uno de ellos era artífice del proceso tecnológico representado por pocas líneas de investigación, puede caerse en la tentación de identificar *trayectorias tecnológicas* con institutos. Ello es peligroso, pero puede evitarse analizando qué o quién determinaba la intensidad con la que se acometía una *trayectoria* (la intensidad viene dada por el número de proyectos, el gasto ejecutado y la dotación de investigadores). Las decisiones de política científica surgían del Patronato "Juan de la Cierva", que fijaba la potencia económica de cada *trayectoria*. *Trayectorias* que, además, estaban ligadas a tecnologías emergentes en un sistema económico atrasado por la guerra. Nuestro análisis no puede ir aislando sin más instituto a instituto y estudiar sus logros y fracasos. Es decir identificar institutos y *trayectorias*. Por contra ha de centrarse en el conjunto de la institución, para saber hasta qué punto ésta concentró su potencia en unas determinadas *trayectorias*, que pueden o no identificarse con un laboratorio en concreto. De lo contrario se estaría dividiendo a la institución, con la consiguiente pérdida de una visión general que muestre la importancia del Patronato.



### 3.2.2 Las trayectorias y los paradigmas tecnológicos del Patronato "Juan de la Cierva" entre 1940 y 1945<sup>361</sup>.

Una primera aproximación a las *trayectorias tecnológicas* por el volumen del gasto es la que se ha ofrecido en los gráficos 3.1. y 3.2., pero utilizar sólo estos datos podría llevar a identificar *trayectoria* con instituto, lo cual puede ofrecer una imagen errónea de la realidad. En el lapso de tiempo que va de 1940 a 1945 no eran muy potentes las *trayectorias* en el Patronato porque los principales objetivos económicos y técnicos no estaban totalmente establecidos —parte heurística de los *paradigmas* y como consecuencia, tampoco las iniciativas para llevarlos a cabo, las directrices y normativas a las que atenerse, el ritmo de las inversiones encaminadas a lograrlos y la organización y estructuración propia para desarrollarlos —reflejo de la parte heurística de los *paradigmas* en las *trayectorias*. Sin embargo, que los *paradigmas* no fueran potentes no quiere decir que no existieran, y lo que es más importante, que no permanecieran y se reforzaran en la siguiente fase, cuando el Patronato sí iba a contar con amplios presupuestos de investigación.

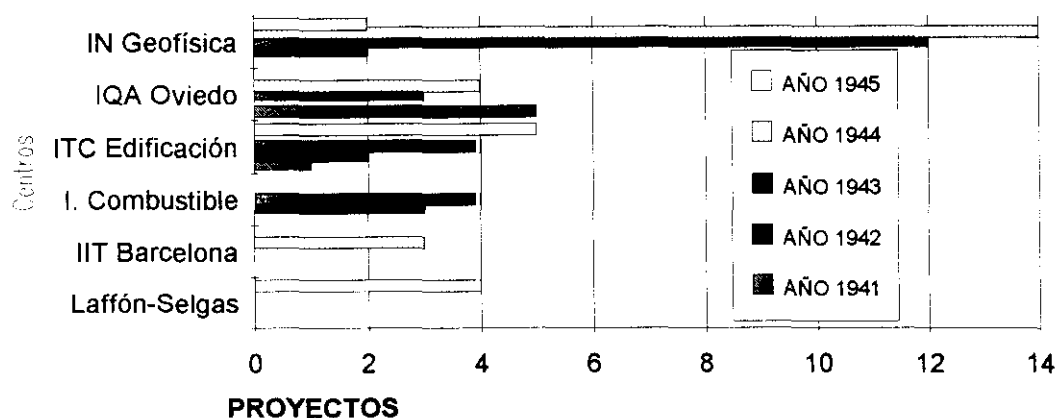
En el gráfico 3.3. se presenta el número de proyectos acometidos por cada instituto del Patronato<sup>362</sup>. A falta de una contabilidad detallada por proyectos, sólo se pueden contrastar los datos de gasto (gráficos 3.1. y 3.2.) con los de número de proyectos (gráfico 3.3.) por separado y en términos generales.

---

<sup>361</sup> El lector encontrará en el Apéndice metodológico los conceptos que he empleado a la hora de analizar los proyectos de investigación.

<sup>362</sup> El lector habrá encontrado en este gráfico un centro "nuevo": el Laboratorio "Laffón-Selgas", de Investigaciones Electroacústicas. Era un laboratorio creado por Alberto Laffón y Ezequiel Selgas que habían diseñado todo un sistema de grabación del sonido y la imagen con fines cinematográficos.

**GRAFICO 3.3. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1941-1945). División por centros de investigación.**



Fuente: Base de datos 68-PJC.DBF.

El ILT Quevedo empezó en 1940 esta nueva fase inspeccionando y reparando las existencias de material de laboratorio del Ministerio de Educación. Sólo fabricaba dicho material cuando no se encontraba en el mercado o era muy caro. A continuación, en 1941, fueron contratados sus servicios por parte del Ministerio de Marina con el propósito de modernizar algunos de sus equipos de radios. Las dificultades de abastecimiento por causa de la Segunda Guerra Mundial condujeron a la necesidad de construir elementos y aparatos que normalmente se compraban en el mercado: conmutadores, estufas, arandelas, chapas especiales, calibres, bornas, mandos para radio, diales, focos, bananas, *plots*, aparatos de medida<sup>363</sup>. A partir de 1944, cuando al nombre del centro se le agrega "de Física Aplicada", empiezan a cambiar las cosas. El ILT Quevedo se debatía entre ser un centro de I+D o confirmarse como la principal oficina de normalización y control de calidad del Estado. Esta dualidad con respecto al Instituto está presente en la *Memoria* de 1944:

Contribuye también a impulsar la industria nacional, al orientar la investigación científica hacia los importantes problemas planteados en nuestro país, y esta misión la cumple este Instituto con directrices análogas a las del

<sup>363</sup> Los diseños más notables fueron: un aparato retardador y golpeador electromagnético, un oscilador de radio-frecuencia, un oscilador para ondas ultra-cortas, un aparato medidor de ph y un motor de explosión Roglá —CSIC (1944), pp. 279-286—. En 1944 comenzaron a realizarse algunos objetos con mejoras puntuales, como el disco para cálculo y dibujo de trayectorias de globos pilotos cautivos —petición del Servicio Meteorológico Nacional—, que llegó a patentarse —CSIC (1945)—.

*Kaiser Wilhelm Institut*, de Dahlem (Berlín); del *Bureau of Standards*, de los E.U. de América; del *National Physical Laboratory*, de Feddington, etc.<sup>364</sup>

Si se toman el conjunto de actividades llevadas a cabo por el ILT Quevedo se llega a la conclusión de que durante este período funcionó como un taller de reparaciones y copias artesanales de los instrumentos de precisión utilizados por diferentes organismos del Estado —si bien estas reproducciones suponían mejoras puntuales, en ningún caso pueden considerarse como innovaciones—. Leonardo Torres Quevedo, al morir en 1936, se había ido con los *paradigmas tecnológicos* más destacables de su instituto, entre los cuales despuntaba el *paradigma* de la automática, con su vertiente material representada por la utilización de relés electromecánicos para llevar a cabo cálculos matemáticos, siguiendo el *paradigma tecnológico* en su vertiente inmaterial, fijado por Charles Babbage a mediados del siglo XIX, de crear un ordenador de propósito general<sup>365</sup>.

Aunque la información actual no permita conocer la potencia económica de cada proyecto, sin embargo, sí tolera una estimación para algunos institutos (IN Geofísica, IQA Oviedo, ITC Edificación e I Combustible) del número de investigadores ocupados en cada proyecto, lo cual sirve para ponderar la magnitud de los institutos en relación a los proyectos. La media de investigadores por proyecto era de 1,7 para el conjunto de los cuatro institutos, aunque en el IQA Oviedo la *ratio* llegaba a 2,3, y en el ITC Edificación a 2,4. Esto modifica la primera percepción del gráfico 9, ya que aparentemente la potencia de la geofísica era 2,5 veces superior en número de proyectos a la química y la edificación cada una por separado, pero si se pondera los proyectos por el número de investigadores se obtiene que la geofísica sólo era 1,3 veces superior a la química o a la edificación.

---

<sup>364</sup> CSIC (1945), p. 291..

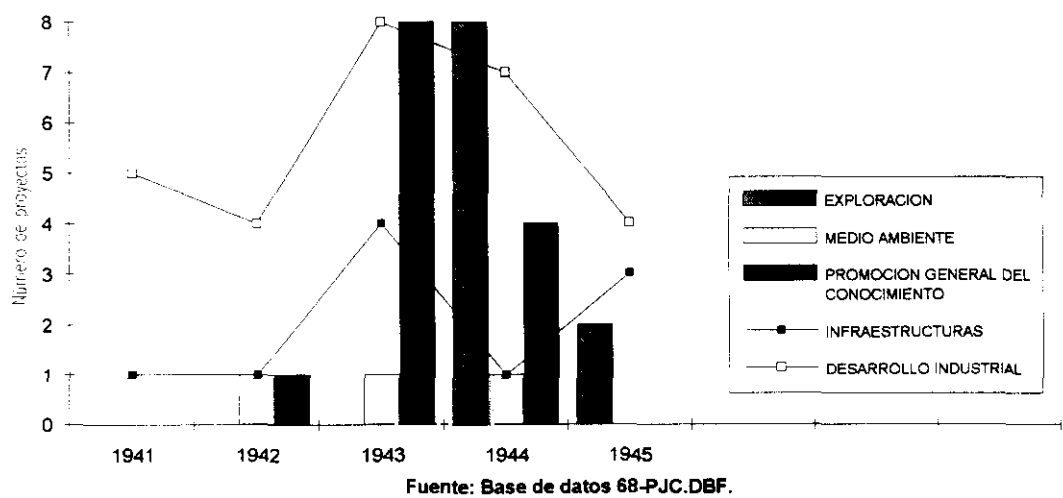
<sup>365</sup> El hecho de haber perdido el *paradigma* de la automática no debe de anular la importancia del *paradigma* que sí permaneció: la construcción de instrumentos de precisión de acuerdo a las necesidades de los centros de investigación. Como señaló D. de Solla Price, en su teoría general de la ciencia y la tecnología, la función jugada por la innovación en los instrumentos de investigación es absolutamente fundamental en el avance científico —Solla Price (1984)—. El problema del IL Torres Quevedo estaba más en la baja calidad de las necesidades de instrumental que en su capacidad para crear innovaciones. Hay que tener en cuenta que antes de la guerra civil el Instituto recibía peticiones de los centros que dirigían Ramón y Cajal, Cabrera y Terradas —García Santesmases (1980)—, y que ahora las necesidades estaban marcadas por una situación de posguerra y las peticiones de los organismos estatales, los cuales estaban más preocupados en reparar y reponer lo que se había salvado, que en alentar una petición novedosa, pero ello cambiaría pronto.

El número total de proyectos que se deduce que fueron emprendidos por el Patronato en los cinco años fue de 68. La duración de los proyectos de investigación no superaba el año, ya que los proyectos solían tener esta pertinencia. En realidad existen tendencias a investigar temas similares bajo diferentes títulos de proyectos, formándose así líneas de investigación, que tenían una persistencia algo superior.

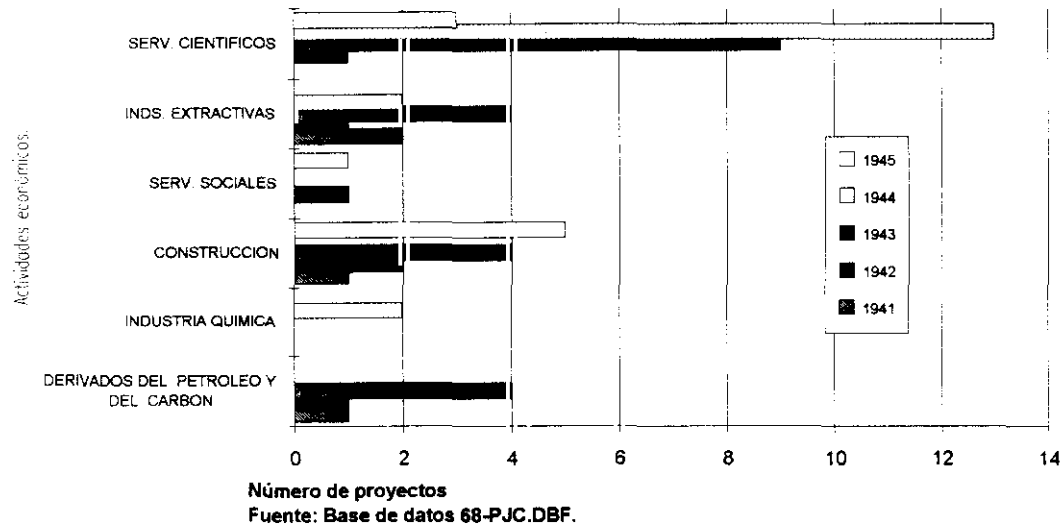
Gracias a la explotación de la base de datos, que he creado con los datos de los 68 proyectos, pueden apreciarse los perfiles de las *trayectorias tecnológicas* para el conjunto del Patronato. Los resultados de dicha explotación se encuentran sintetizados en los gráficos que van del 3.4. al 3.10. Después de que se hayan desgranado las diferentes características de los proyectos, y se hayan vuelto a unificar en función de los criterios de distribución que cada gráfico representa, se obtiene una imagen de las *trayectorias tecnológicas*.

El primer punto de atención radica en conocer los principales objetivos socioeconómicos (gráfico 3.4.). El Patronato tenía dos objetivos primordiales en cuanto a la continuidad y volumen de los mismos: la promoción del desarrollo industrial —incluida la minería—, objetivo presente en todos los institutos en mayor o menor medida, y la mejora de las infraestructuras de los servicios, objetivo concentrado en el ITC Edificación. En un segundo plano estarían la promoción general del conocimiento científico, concentrado en el IN Geofísica, y la exploración y explotación de la Tierra y la Atmósfera, también unido al IN Geofísica. Esta clasificación permite atisbar dos grupos de *paradigmas tecnológicos*: uno el de los constantes y ligados a la actividad económica, y otro el de los puntuales y relacionados con la actividad científica básica. En síntesis lo que estaba sucediendo era que los paradigmas asociados al desarrollo industrial y la reconstrucción ejercían una presión intensa sobre todas las investigaciones del Patronato, pero a la vez éste se encontraba con la rémora del IN Geofísica, que no se ajustaba a las *trayectorias tecnológicas* del Patronato. Esta rémora hacía que la institución estuviera excesivamente volcada en tareas propias de centros científicos con escasa vinculación respecto de la actividad industrial —gráfico 3.5., barras con el epígrafe de servicios científicos—.

**GRAFICO 3.4. Principales proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1941-1945). División por objetivos socioeconómicos de las investigaciones (clasificación NORDFORSK).**

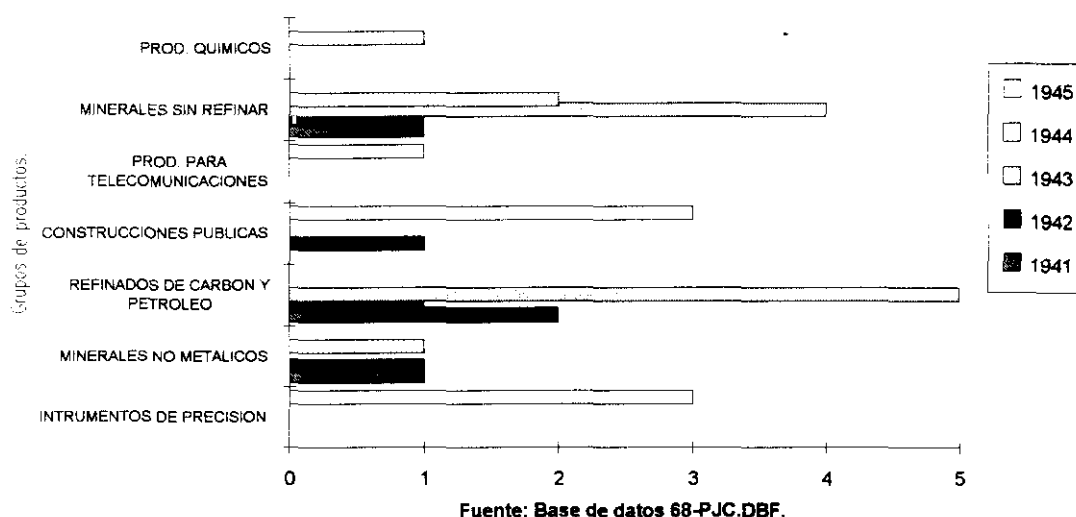


**GRAFICO 3.5. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1941-1945). Principales actividades económicas a las que se refieren los proyectos (Clasificación ISIC).**



Las actividades económicas que potencialmente iban a beneficiarse (véase gráfico 3.5.) eran tres por orden de importancia: a) construcción y obras públicas, lo que refuerza el paradigma de la reconstrucción de las infraestructuras, b) industrias extractivas y c) industria química, en especial los derivados del petróleo y del carbón. El *paradigma* del apoyo al desarrollo industrial quedaba así delimitado. El Patronato deseaba mejorar el aprovechamiento de las materias primas y solucionar la carencia de combustibles. Era sin duda un *paradigma* que contenía implicaciones de política económica autárquica. No resulta extraño por tanto, que los proyectos se concentraran en perfeccionar el aprovechamiento de los minerales (gráfico 3.6.).

GRAFICO 3.6. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1941-1945).  
Tipos de productos industriales a los que se refieren los proyectos de investigación  
(Clasificación ISIC por grupos de productos).



Se puede decir que el Patronato en esta época tenía dos paradigmas determinados por la situación de posguerra y a favor de una política económica autárquica. Con el ánimo de concretar en pocas palabras lo que estaba detrás de esos dos *paradigmas* se pueden denominar de la siguiente manera:

1º) Desarrollo de combustibles a partir de las materias primas<sup>366</sup>

<sup>366</sup> En ocasiones la obtención de combustibles era secundaria ante la obsesión por aprovechar los recursos minerales:

## 2º) Reconstrucción de las infraestructuras públicas.

Estas dos denominaciones sólo hacen referencia a la parte inmaterial del *paradigma*, por tanto se necesita saber cual era su correspondiente parte material. Una lectura de los proyectos lleva a las siguientes conclusiones: del primero era la destilación de hidrocarburos<sup>367</sup> y del segundo las estructuras de gran tamaño de hormigón armado. Estos *paradigmas* se correspondían con las directrices de creación de nuevos institutos marcadas por el Patronato, sin embargo la directriz de absorción había generado el problema del IN Geofísica, un centro demasiado alejado de los propósitos iniciales del Patronato. De hecho la presencia del IN Geofísica estaba haciendo que las ciencias naturales estuvieran por encima de la ingeniería (gráfico 3.7.), y que la naturaleza de las investigaciones ofreciera demasiados productos científicos carentes de aplicación industrial (productos científicos en el gráfico 3.8., investigación básica en el gráfico 3.9. y estudios teóricos en el gráfico 3.10.). Sin embargo, todo parecía indicar que esta situación no iba a ser crónica, pues en 1945 las tendencias lógicas, al respecto de la naturaleza y tipo de la investigación, señalaban un cambio en mayor sintonía con lo que debería ser una institución que estaba formalizando la investigación técnica (gráficos 3.8 y 3.9)

---

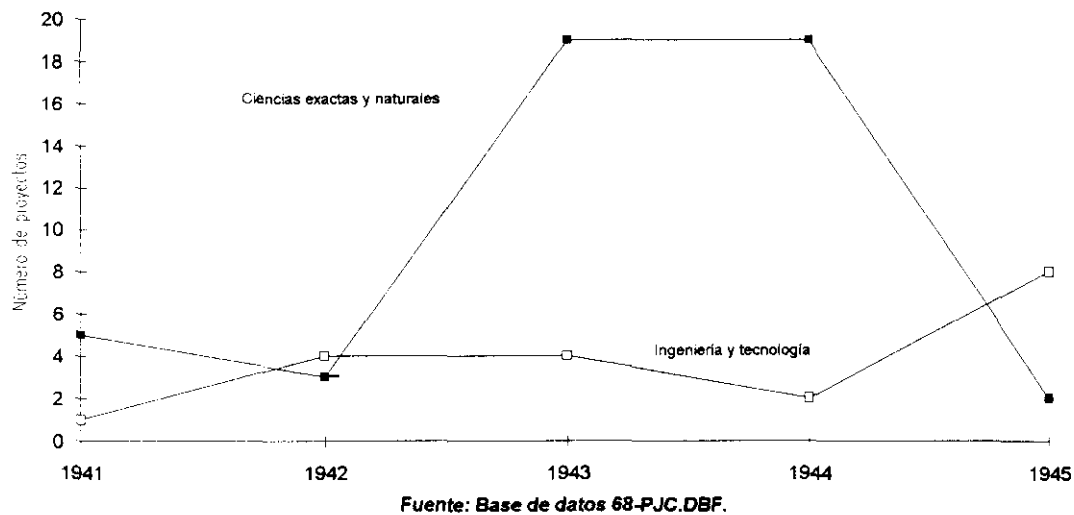
El IQA de Oviedo concentra todos sus estudios en poner remedio a la deficiencia de carbones que suministren en España un buen *cock*, apto para la siderurgia, mientras que la Sección de Metalurgia se ha dedicado singularmente a estudios sobre flotación de minerales complejos, pobres en cobre, níquel y cobalto, llegando a resultados altamente satisfactorios. —CSIC (1944), p. 36, Discurso de Ibáñez Martín de 1943—.

<sup>367</sup> El paradigma relacionado con los combustibles condujo desde 1942 a plantear relaciones directas con el INI. Así por ejemplo la Sección de Zaragoza del I. del Combustible estaba tomando muestras de carbón de Teruel y analizándolas para el INI:

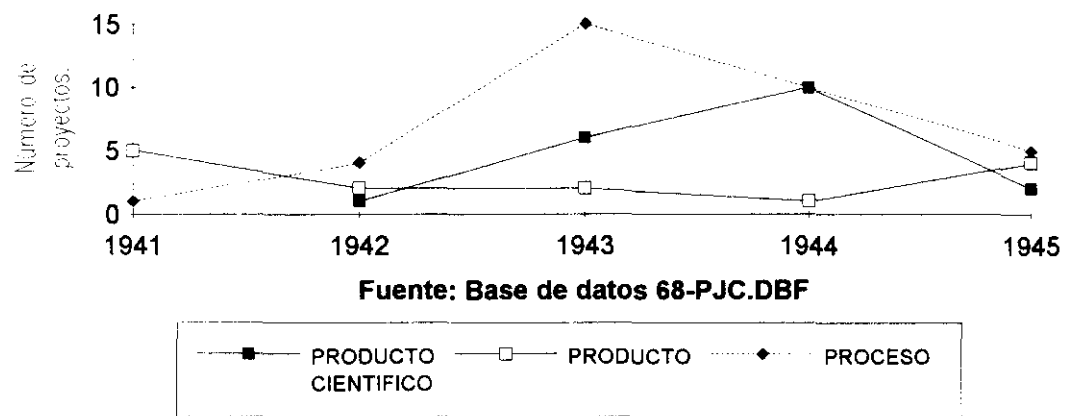
Este estudio tiene por finalidad poder ofrecer a los técnicos españoles que bajo el alto patronato del I.N.I. tienen encomendado acometer el complejo problema de los carburantes y lubricantes en España un conjunto de datos y conocimientos. —CSIC (1943), pp. 268-269—.

Las relaciones con el INI fraguaron en la creación de las becas de Física y Química del INI para el Patronato —CSIC (1946)—.

**GRAFICO 3.7. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1941-1945). División por áreas científicas.**

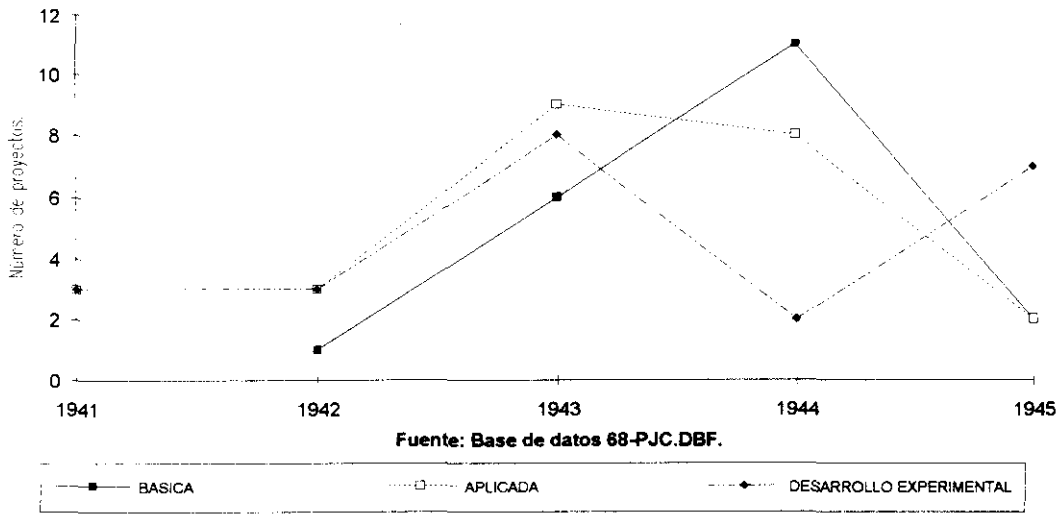


**GRAFICO 3.8. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1941-1945). División de los proyectos atendiendo a la naturaleza de la investigación.**

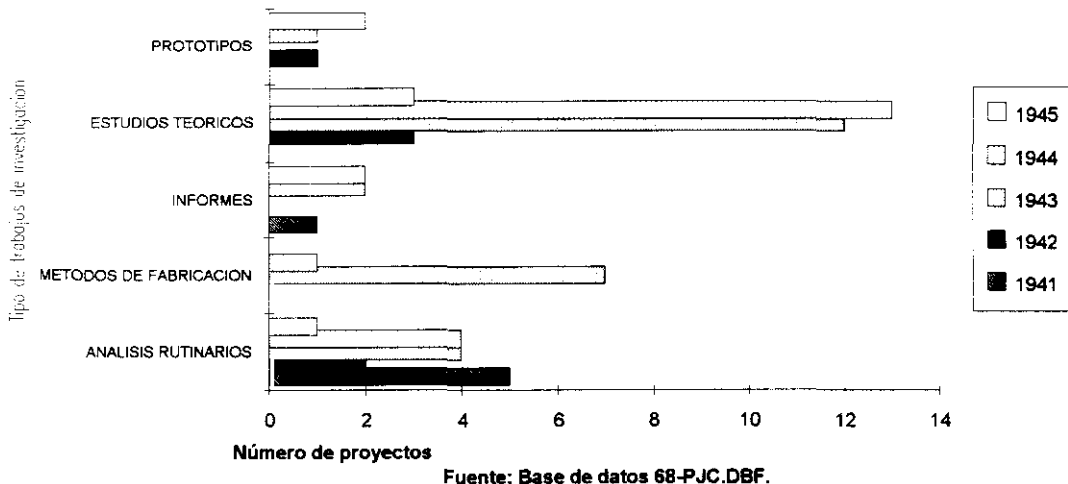




**GRAFICO 3.9. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1941-1945). División atendiendo al tipo de investigación realizada.**



**GRAFICO 3.10. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1941-1945). División atendiendo a la complejidad del trabajo de investigación.**



Este cambio había sido ideado por J.A. Suanzes, director del PJC desde 1942. En 1944 creyó llegado el momento de dar una nueva estructura y más agilidad a la institución<sup>368</sup>, para ello planteó la creación de nuevos órganos de gobierno y estudio, que facilitarían el paso en breve plazo de tiempo, dos años, a un modelo de Patronato

<sup>368</sup> "Reglamento aprobado por el Comité Ejecutivo del CSIC de 28 de junio de 1944", CSIC (1946).

diferente al conocido hasta entonces. Este nuevo modelo es el que se explica en el siguiente capítulo.

Para finalizar este capítulo debemos plantear el problema de la investigación básica frente a la aplicada y al desarrollo de procesos y productos industriales. Los gráficos 3.8., 3.9. y 3.10. indican una complejidad baja de la investigación realizada. Esto resulta palmario en el gráfico 3.8., donde se aprecia el predominio de la investigación de procesos productivos (línea PROCESO, gráfico 3.8.), muy por encima de la más compleja de productos industriales (línea PRODUCTO, gráfico 3.8.). Ello es consecuente con la parte material de los paradigmas, ya que ambos fuerzan una investigación de procesos —destilación de hidrocarburos y métodos de construcción—. Además, las investigaciones de productos en la mayoría de los casos escondían simples análisis rutinarios de productos químicos en su mayoría (gráfico 3.10.). Pese a todo, el objetivo de promoción del desarrollo industrial era tan potente que el tipo de investigación más ligada a la industria, el desarrollo experimental (gráfico 3.9.), ocupa buena parte de la actividad investigadora, aunque menor que la investigación aplicada.

En resumen, el Patronato en este período estuvo bajo las normas de un régimen económico autárquico, que aparentemente imponían dos *paradigmas*: el desarrollo de combustibles a partir de las materias primas nacionales, cuyo componente tangible eran las investigaciones sobre destilación de hidrocarburos<sup>369</sup>, y la reconstrucción de las viviendas y de las infraestructuras públicas, cuya parte material eran los estudios de las estructuras prefabricadas y las de gran tamaño de hormigón armado<sup>370</sup>. Pero estos *paradigmas* tenían la rémora de absorciones

---

<sup>369</sup> Téngase en cuenta que desde principios de 1944 España sufrirá el bloqueo de gasolina por parte de los aliados —Rama (1976), p. 362.

<sup>370</sup> Recuértese que el 8 % de las viviendas habían sido destruidas, lo cual imponía una política de reconstrucción. Entre 1940 y 1944 se subvencionó por parte del Estado la construcción de 13.000 viviendas por año, en 1946 20.000, en 1947 30.000 y en 1950 42.000 —Payne (1987), p. 260 y p. 406—. El esfuerzo del ITC Edificación por abaratar los costes en la ejecución de obras públicas empleando estructuras de hormigón armado estaba en relación a las buenas expectativas que la política de regadíos e hidroeléctrica abría a la construcción de presas, y a la vez se encontraba forzado por la disminución de la importancia relativa de las obras públicas en los Presupuestos Generales (el presupuesto dedicado a las obras públicas descendió del 14 % bajo la República al 7,7 de los primeros años del franquismo —Payne (1987), pp. 267 y 268—), es decir más obras con menos dinero, un problema perfecto para estimular la innovación técnica.

extrañas a los objetivos del Patronato: el IN Geofísica. A partir de este punto hay que plantearse si en 1946 los 16 millones de pesetas de presupuesto, que suponían la multiplicación por siete de las posibilidades de gasto del Patronato, iban a seguir apuntalando los mismos *paradigmas* y si iban a ser suficientes para que el PJC jugase el papel que Suanzes le había asignado en su modelo dirigista de industrialización.

### **3.3 La organización de la política científica y tecnológica desde 1946 hasta 1957.**

#### **3.3.1 La institucionalización de la investigación aplicada en la segunda mitad de los años cuarenta: sus protagonistas.**

Las realizaciones concretas de la institucionalización de la investigación aplicada habían sido muy escasas en el primer lustro de los años cuarenta. Realmente no fue hasta 1944 cuando se iniciaron dos proyectos para fortalecer esta rama de la investigación. Uno sería fruto de la actuación de E. Terradas como presidente del Patronato del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)<sup>371</sup>. Otro, el que más nos interesa, fue la recomposición del PJC según los postulados de Suanzes. A estos dos se uniría un tercero en 1948: la Junta de Energía Nuclear (JEN)<sup>372</sup>. Este núcleo fundamental de la investigación aplicada permanecería como tal hasta los años sesenta, siendo sus protagonistas los mismos: E. Terradas —aunque falleció en 1950, dejó su impronta en el INTA—, J.A. Suanzes, J.M. Otero Navascués y M. Lora Tamayo. Una visión sucinta del papel jugado por estos científicos puede aclarar las relaciones que había entre las diferentes instituciones del sistema de ciencia e investigación del momento.

Terradas, como ya se ha indicado, había sido un hombre esencial en la institucionalización de la ciencia aplicada en Cataluña con anterioridad a la guerra civil. Su talante conservador y católico, así como su prestigio académico, le convirtieron tras

---

<sup>371</sup> El INTA se creó en el año 1942, su Patronato en 1943 y su reglamento quedó aprobado en septiembre de 1944, siendo modificado en 1946 —INTA (1962)—.

<sup>372</sup> Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 261-318. Hay que señalar que la JEN nace como tal en 1951, pero desde 1948 existía el precedente de la Junta de Investigaciones Atómicas de la que surgió posteriormente la JEN.

la guerra en uno de los científicos más reconocidos por el nuevo régimen<sup>373</sup>. Estuvo ligado en mayor o menor grado a las cuatro instituciones: INI, PJC, INTA y JEN.

Fue por el INTA por la que más trabajó. Este instituto tuvo sus orígenes en el Laboratorio de Cuatro Vientos, el cual había quedado sin rumbo al haberse exiliado su director E. Herrera —fiel a la República de la que formó Gobierno en el exilio—. Al igual que el Laboratorio, el INTA dependía del ejército —en los años cuarenta ya existía el Ministerio del Aire— por lo que su director debía ser un militar. El puesto fue ocupado por F. Lafita, coronel ingeniero aeronáutico, ingeniero naval y antiguo estudiante de Terradas. Ahora bien, este instituto tenía un patronato cuya presidencia estaba pensada para un científico de renombre. Su presidente natural habría sido J. de la Cierva, pero éste falleció en 1937 en un accidente aéreo<sup>374</sup>, con lo cual Terradas apareció como la figura más indicada. Su nueva responsabilidad no era puramente figurativa, ya que, además, fue nombrado jefe del Departamento de Motores.

En su doble calidad de presidente del patronato del INTA y de jefe del Departamento de Motores viajó en 1942 a Alemania, con el objetivo de adquirir el material necesario para poner en marcha sus instalaciones<sup>375</sup>. Después de dos años no había conseguido todo el material preciso, así que intentó de nuevo llevar a cabo una misión similar en el extranjero, pero en esta ocasión, en vez de Alemania, se dirigió a EE.UU. Allí intentó establecer acuerdos para que algunos alumnos del INTA pudieran estudiar en centros norteamericanos<sup>376</sup>. La acogida de esta idea por parte de las autoridades de los EE.UU. fue fría, por lo que Terradas decidió cambiar de estrategia, e invitar a profesores europeos y norteamericanos en estancias cortas para que trabajasen y enseñaran en el INTA. Fue por esta razón por la que vinieron

---

<sup>373</sup> Rafael, Palacios, Planell, Lafita y Rey (1951).

<sup>374</sup> Warleta (1977).

<sup>375</sup> Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), p.278.

<sup>376</sup> Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 279-284 y Glick (1987).

científicos como: Kampé de Fariet, Peres, L.M. Milne-Thomson, Maurice Roy, L. Broglio, Eula, Lorenz, Nobile, W.J. Duncan, G. Julia y T. von Kármán. De todos ellos, el húngaro nacionalizado norteamericano von Kármán fue el más importante y asiduo —visitó el INTA en los años 1948, 1949 y 1950—, dejando una importante huella en la formación de los investigadores del instituto<sup>377</sup>.

La iniciativa de Terradas en el mundo de las instituciones de ciencia aplicada no se circunscribió tan sólo al INTA. En el PJC fue nombrado vocal consejero y en 1947 se le designó presidente de la Comisión Técnica Especializada de Electrónica con el encargo de formar el Instituto Nacional de Electrónica (IN Electrónica), del cual fue elegido director en 1948 pero cesado un año después<sup>378</sup>. También en 1948 fue escogido como presidente del Consejo de Administración de la empresa APALE, que daría origen a la JEN<sup>379</sup>. Con respecto al INI Terradas fue más que un asesor. En su viaje del año 1944 a los EE. UU. intentó comprar para la Empresa Nacional "Calvo Sotelo" (ENCASO) la maquinaria necesaria para la central termoeléctrica de Ponferrada —de la que fue nombrado presidente de su consejo de administración— y, también, se interesó por el material para el tratamiento de las pizarras de Puertollano<sup>380</sup>.

Otero Navascués en ciertos aspectos era muy parecido a Suanzes. Se trataba de un ingeniero naval que en 1934 ya había montado el Laboratorio y Taller de Investigaciones del Estado Mayor de la Armada (LTIEMA), y que tras la guerra civil apareció como uno de los fundadores del CSIC. De hecho, fue él quien presionó dentro del CSIC para que la investigación práctica y teórica estuvieran más "equilibradas" que en la JAE, prueba de ello fue la importancia que ganó la óptica en las líneas de investigación del Consejo, gracias al Instituto de Óptica "Daza Valdés",

---

<sup>377</sup> Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 284-291.

<sup>378</sup> En la Junta de Gobierno del PJC de julio de 1947 —PJC JG 15-7-47— Terradas aparece ya como presidente de la CTE de Electrónica.

<sup>379</sup> Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 297-309.

<sup>380</sup> Glick (1987), p. 37 y Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), p. 310.

que el propio Otero Navascués fundó y dirigió. Inicialmente no entró en la Junta de Gobierno del PJC, pero consiguió integrar al Departamento de Óptica Técnica (D Óptica) como un instituto dentro del PJC, y personalmente perteneció al Consejo Técnico Asesor (CTA) del PJC, un órgano esencial en los primeros años del Patronato. Desde su posición en el CSIC intentó hacerse con todas las parcelas de poder en relación a la física, hecho que conseguiría a través de la Comisión Técnica Especializada de Física Aplicada del PJC, que sería el primer lugar donde se planteó en 1946 la necesidad de iniciar las investigaciones en física nuclear<sup>381</sup>. De facto él terminó siendo el Vicepresidente de la JEN y director de su División de Física<sup>382</sup>. La conexión de Otero Navascués y el INI, también fue intensa. La Empresa Nacional de Óptica (ENOSA) fue fundada y dirigida por él desde 1950 en adelante.

Con respecto a Suanzes no debemos olvidar que su proyecto industrialista encerraba dentro del INI a buena parte de la investigación aplicada que necesitaba. Era la Dirección Técnica del INI, a través de sus departamentos, el órgano que iba dando origen a los centros y laboratorios que se precisaban: en primer lugar los surgidos directamente de la Dirección técnica, como el Centro de Estudios Técnicos de la Automoción (CETA), el Centro de Estudios Técnicos de Material Espacial (CETME), el Centro de Estudios Técnicos de Obras (CETO), el Centro de Estudios Técnicos de la Electricidad (CETE) y la Comisión de Energía Eólica (CE Eólica), ésta última coordinada con el PJC, y en segundo lugar los laboratorios de dos empresas del INI que además, también estaban integrados en el PJC: el Centro de Investigación de ENCASO (CI ENCASO) y la División de Investigación Industrial de "Piritas Españolas" (DII Piritas).

El último de los protagonistas en los que he centrado la atención fue Lora Tamayo, quien asumió los cargos de secretario del PJC, jefe de la Secretaría de

---

<sup>381</sup> Informe de la Comisión Técnica Especializada de Física Aplicada —PJC CP 18-12-46—

<sup>382</sup> Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), p. 305.

Química Orgánica del Instituto "Alonso Barba" del CSIC —instituto que terminaría siendo integrado en el PJC en 1955— y consejero de la JEN. Su conocimiento de las instituciones científicas del país y el hecho de ser representante español en algunas comisiones de la OCDE fueron la clave para su nombramiento como Ministro de Educación y Ciencia en el año 1962<sup>383</sup>.

Existen dos razones por las que he destacado estos cuatro nombres:

- Primera, porque denotan la existencia de un núcleo de personas —del cual son muy representativos los cuatro individuos citados, pues lideraban una extensa red de colaboradores—, que estaban presentes en todas las instituciones claves de la ciencia, la tecnología y la política industrial, dando origen a una relación firme entre ellas.

- Segunda, porque cada uno de ellos es un prototipo de los modos de actuar de los científicos e ingenieros del primer franquismo en la Administración. Suanzes personifica, no merece la pena recalcarlo más, la integridad del que se cree mero instrumento para llevar a cabo un proyecto de industrialización. Otero Navascués representaría las nuevas maneras, los científicos que van ganando parcelas de poder, y también, la consolidación de lo militar dentro de la sociedad civil. Lora Tamayo es la persona que va poniendo lentamente las bases desde dentro, para la restitución del "discurso civil" roto definitivamente con la guerra. Terradas es una isla del pasado, del espíritu emprendedor de reforma que había guiado a la ciencia española después de 1898 hasta los últimos años de la Segunda República, es una isla del "discurso civil". El mismo se lo expresó en 1949 a J.M. Albareda (Secretario del CSIC)<sup>384</sup>.

---

<sup>383</sup> Montoro (1981), pp. 54-59 y Santesmases y Muñoz (1993), p. 81.

<sup>384</sup> Puede sorprender que no haya elegido a Albareda como persona representativa, pero es que su figura fue más importante en el CSIC que en el PJC. Aunque pertenecía a su Comisión Permanente no realizó una labor destacable. Sobre Albareda existen dos biografías y J.M. Sánchez Ron ha realizado algunas aportaciones al igual que M.J. Santesmases y E. Muñoz —Gutiérrez Ríos (1970); Castillo y Tomeo (1971); Sánchez Ron (1992b) y Santesmases y Muñoz (1993)—.



Es evidente que las cualidades de talento o habilidad manual que se necesita reconocer en el físico, obligan a dejar un ancho margen a las ideas políticas o sociales, no sólo aquí sino en todo el mundo. Obligan además a otorgar una consideración de valía, de necesidad, de decoro nacional incompatible con una disciplina precisamente cuando es la falta de austeridad lo que más se encuentra a faltar en todas partes y en vano se buscarían espejos y ejemplos a seguir.<sup>385</sup>

En este texto Terradas pide que la ciencia no sea elemento de luchas, que el científico sea libre para pensar y que la presión burocrática —en palabras suyas "el *ordenancismo* que nos ahoga"— no impida el trabajo concentrado y sostenido del científico.

Por supuesto, no toda la investigación aplicada que realizaba el Estado estaba ligada a estos hombres y a las instituciones en las que trabajaban, aunque el PJC, en su afán de controlar la mayor parte de investigación aplicada del país, había establecido relación directa con casi todos los demás centros y laboratorios oficiales. Aparte de las cuatro instituciones ya citadas, algunos ministerios mantenían sus laboratorios de pruebas. El de Agricultura contaba con el Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, fundado en 1932 y refundado en 1940 y con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, este último coordinado con el PJC<sup>386</sup>. Obras Públicas mantenía sus laboratorios de ensayos de materiales, alguno de los cuales solía colaborar con el ITC Edificación del PJC. También los ingenieros del Ejército tenían establecidos sus laboratorios, que participaban en algunos proyectos de los institutos del PJC, en especial el LTIEMA con el Departamento de Optica Técnica del Instituto de Optica "Daza Valdés" (D Optica)<sup>387</sup>. Por último, la Universidad y las Escuelas Superiores de Ingenieros por regla general carecían de laboratorios de carácter aplicado, pero cuando los tenían solían estar relacionados directamente con

---

<sup>385</sup> Carta de E. Terradas a J.M. Albareda del 15 de noviembre de 1949 reproducida en Roca Rosell y Sánchez Ron (1990), pp. 299-301.

<sup>386</sup> Criado (1990), p. 118.

<sup>387</sup> Otros centros militares o muy conectados con el ejército en especial a la Armada eran: el Canal de Experiencias de El Pardo, el Centro de Estudios y Proyectos de la Dirección de Construcciones Navales Militares y el Centro de Estudios Técnicos de Armas Navales.

el PJC, o al menos éste subvencionaba parte de sus trabajos más importantes, sobre todo en la disciplina de química.

Fuera del ámbito público era muy poco lo que quedaba. Primero, porque también en esta esfera el PJC había creado una red de institutos coordinados que terminó absorbiendo las escasas iniciativas privadas no empresariales. Realmente, sólo pervivió el Instituto Químico de Sarrià (IQS) como un centro con alguna capacidad de investigación, aunque después de la guerra civil las líneas de trabajo más prometedoras se vinieron abajo, en buena medida porque el centro tuvo que volver a centrarse en la docencia, hasta que se normalizó y pudo volver a tener medios para investigar<sup>388</sup>. Segundo, porque las empresas privadas no tenían departamentos permanentes dedicados a la investigación. La mayoría de las compañías actuaban sin patente alguna, y entre las más importantes sucedía que la procedencia de sus patentes era extranjera, bien porque se trataba de filiales de multinacionales, bien porque habían comprado una licencia a una firma foránea<sup>389</sup>. Además, algunas de las empresas con mayores recursos tecnológicos —patentes propias— terminaron siendo absorbidas por el INI y trabajando en coordinación con el INTA y el CETA, como sucedió con los casos de la Hispano Suiza, Elizalde y Construcciones Aeronáuticas SA.

De este panorama se deducen dos hechos: primero, el predominio de las instituciones y empresas públicas en las tareas permanentes de investigación aplicada, y segundo, la presencia del PJC como un organismo coordinador entre las instituciones públicas y conectado a casi todas las iniciativas de investigación aplicada del país.

---

<sup>388</sup> Puig Raposo y López García (1992) y López García y Puig Raposo (en prensa).

<sup>389</sup> Estas primeras apreciaciones se derivan de un trabajo en curso de realización sobre la fuente del *Catálogo Oficial de la Producción Industrial de España 1938-1942* según Orden Ministerial del 6 de noviembre de 1937 —MIC (1938-1942)—.

A su vez, ambos hechos muestran, por exclusión, que la mayor parte de la industria tenía como recursos tecnológicos la absorción de la tecnología proveniente del extranjero, frente a ello, en los años cuarenta y principios de los cincuenta hubo un intento desde las instituciones públicas, cuyo núcleo fue el INI y el PJC, de generar tecnología nacional. Un fenómeno, este último, interesante, porque nos informa de la distancia real con respecto a los países más industrializados en mayor medida que si sólo se estudiase la importación de tecnología, es decir, la difusión de la tecnología por la absorción. La razón es sencilla. La absorción por importación se da en la parte alta de la "curva de Wolf", y se basa en la asimilación por medio de procesos de aprendizaje o similares, mientras que la generación interna de tecnología se mueve a lo largo de toda la curva, presentando una gama completa de los puntos fuertes y débiles del fenómeno de acercamiento tecnológico. Al llegar a este punto, y adivinando la importancia del PJC, cabe plantearse cómo se organizó el Patronato para generar tecnología. El siguiente apartado entra en esta cuestión, pero no es una descripción pormenorizada de cómo fueron surgiendo los institutos, sino una síntesis de los principios que rigieron la organización del PJC a lo largo de tres lustros.

### 3.3.2 La reorganización del Patronato "Juan de la Cierva" (1946-1950).

Suanzes, en su modelo dirigista de industrialización había pensado en desarrollar la tecnología de origen nacional. Desde 1942 era el Presidente del Patronato, al año siguiente ya había comenzado una intensa reestructuración del PJC liderada por sus hombres de confianza del Comité Técnico Químico del INI<sup>390</sup>. Pero no fue hasta 1944 cuando se vería necesitado de la estructura de investigación del PJC. Hasta aquel año sus proyectos industriales tenían una fuente de tecnología casi exclusiva: Alemania. Pero la transferencia se estaba haciendo cada día más difícil. La imposibilidad de seguir por ese rumbo quedó de manifiesto cuando los técnicos de la empresa alemana Lurgi GmbH, que trabajaban en un proyecto para ENCASO, fueron detenidos en Francia y juzgados por crímenes de guerra<sup>391</sup>. ENCASO superó inicialmente el problema contratando con fábricas francesas los bienes de equipo que iba a comprar a Lurgi GmbH. No obstante, algunos de los proyectos más ambiciosos del INI, como los siderúrgicos, que necesitaban una mayor asistencia técnica, hubieron de retrasarse ante el devenir de la guerra mundial. El curso de los acontecimientos se precipitó, y en 1945 Suanzes se encontró con que EE. UU. iba a cortar sus exportaciones de combustibles hacia España. Todo indicaba que se avecinaba un bloqueo internacional, así que Suanzes aceleró varios de sus programas de sustitución de importaciones, en especial el de combustibles basado en la utilización de los recursos naturales y tecnológicos nacionales. La guerra y el bloqueo apresuraron la puesta en marcha de los proyectos más ambiciosos de las instituciones públicas de investigación aplicada. Casi al final de la guerra mundial, por primera vez en el franquismo, la investigación se convertía en una necesidad y no en una excusa

---

<sup>390</sup> En el apartado 4.4.2 del cuarto capítulo se encuentra un análisis más detallado de las conexiones del PJC y el INI desde 1942.

<sup>391</sup> El contrato con Lurgi GmbH suponía el suministro de material y planos para la instalación de ocho hornos de destilación de pizarras por un valor de 6,2 millones de RM y otro horno para la destilación de lignitos a baja temperatura por valor de 145.000 RM —García Pérez (1992), p. 880 y 881 y Ballester (1993), pp. 150-153—.

para hacer propaganda del régimen. Suanzes puso en práctica toda su capacidad organizativa para que se potenciaron los laboratorios de investigación en las mayores empresas del INI, y para que concluyera la reestructuración, iniciada en 1943, del PJC.

### La estructura del PJC

Como se ha señalado en el capítulo anterior, desde 1940 el CSIC estaba estudiando, por medio de la *Ponencia Organizadora del PJC*, la ordenación de la política en materia de investigación científica aplicada. A la *Ponencia* se sumó Suanzes de manera efectiva en 1944. Después de un año, en el verano del año 1945, la *Ponencia* terminó su trabajo, y el CSIC propuso el *Plan General de Orientación de la Investigación Técnica* cuya pieza fundamental era el PJC. El *Plan* seguía la remodelación defendida por Suanzes a lo largo de 1944. Este había sintetizado sus propuestas en el *Discurso de Constitución del Patronato "Juan de la Cierva"* de 1945. En el *Discurso* señaló que por "circunstancias muy especiales y de todos conocidas" —fin de la guerra mundial y bloqueo internacional—, era evidente "la necesidad de desarrollar eficazmente una investigación científico-técnica proporcionada a nuestras necesidades". Para él era obligado "provocar la adecuada movilización de nuestros recursos naturales y humanos."<sup>392</sup>

Suanzes puso en práctica su modelo de trabajo de características extensivas<sup>393</sup>, consiguiendo establecer una organización muy jerarquizada para el PJC. En muchos aspectos la nueva estructura del PJC recordaba a la del INI<sup>394</sup>. En la cúpula del Patronato, ocupando la presidencia, se encontraba él (véase la figura 3.1.), y después la Comisión Permanente de la Junta de Gobierno —desde ahora Comisión

---

<sup>392</sup> CSIC (1946), pp. 89-91.

<sup>393</sup> Véase el apartado 3.1 del presente capítulo.

<sup>394</sup> Compárese la figura 3.1. con el esquema 1 de Martín Aceña y Comín (1991), pp. 130 y 131.

Permanente—, que se reunía con una periodicidad semanal. Esta última era el órgano real de decisión, puesto que la Junta de Gobierno sólo se celebraba dos veces al año, para aprobar la gestión de la Comisión Permanente y los programas de actuación<sup>395</sup>.

Durante los años cuarenta y parte de los cincuenta la Comisión Permanente siempre estuvo integrada por las mismas personas:

- J.A. Suanzes como Presidente del PJC,
- M. Soto Redondo como Vicepresidente del PJC,
- M. Lora Tamayo como Secretario del PJC,
- A. Fernández Avila como presidente del IR Trabajo del PJC,
- J.M. Albareda como Secretario del CSIC,
- J.M. Torroja Miret como Interventor del CSIC y
- F. Sanz Orrio como Delegado Nacional de Sindicatos

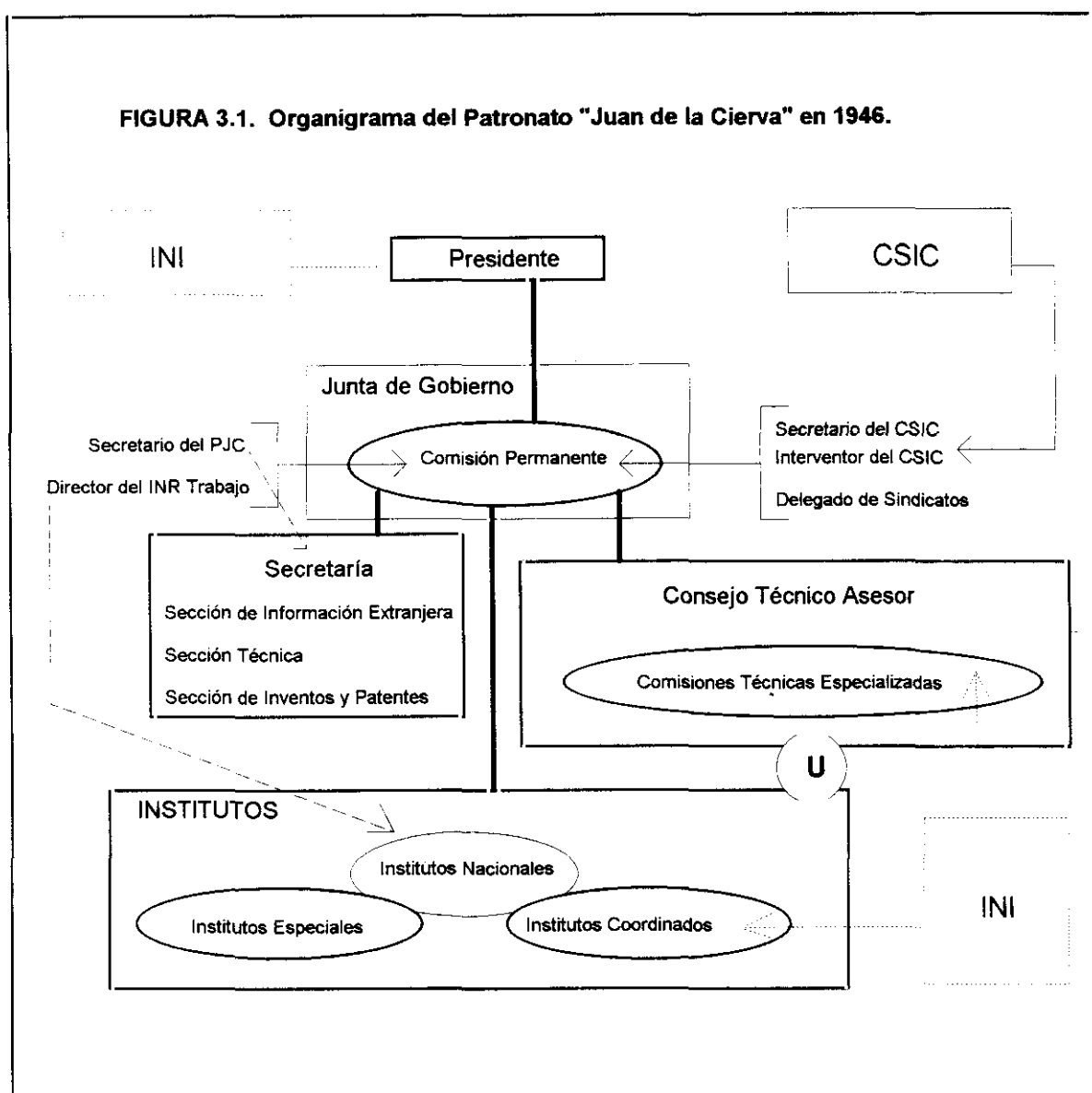
De la composición de la Comisión destacan dos hechos. Primero, que el peso de los institutos con solera del PJC —Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo (INR Trabajo) y ILT Quevedo— quedó muy afianzado desde el principio. Segundo, que la Comisión Permanente estaba sesgada, a través de Sanz Orrio y Fernández Avila, hacia los temas del desarrollo del estudio del factor trabajo y su mejor rendimiento a través de la organización científica del trabajo<sup>396</sup>.

---

<sup>395</sup> En la Junta de Gobierno estaban representados tres grandes grupos: a) instituciones de ámbito estatal (CSIC, INI y Consejo de Economía Nacional), b) administraciones provinciales y locales, tales como diputaciones y ayuntamientos —principalmente los de Madrid y Barcelona—, y c) corporaciones sociales (sindicatos verticales, colegios y las academias de ciencias). A los representantes de estos tres grupos se unían los miembros de la Comisión Permanente, que eran las personas claves en la organización del PJC.

<sup>396</sup> J.L. Herrero al centrarse en el estudio del INR Trabajo llega a la conclusión de que el INR Trabajo analizaba la organización científica del trabajo desde la perspectiva de "la organización general de la producción, en la que el Estado cumplía un papel fundamental como regulador del sistema." Esta concepción era cierta, y le venía al INR Trabajo del hecho de estar inmerso en un proyecto más amplio de industrialización —Herrero Castro (1990), p. 154—.

**FIGURA 3.1. Organigrama del Patronato "Juan de la Cierva" en 1946.**



Suanzes no acudiría asiduamente a la Comisión Permanente hasta enero de 1947. Cuando faltaba, su lugar era ocupado por Soto Redondo, pero, si surgían temas importantes en su ausencia las decisiones se aplazaban. En la Comisión Albareda era en realidad el único defensor de los intereses del CSIC, puesto que Torroja Miret era, además de interventor, director del ILT Quevedo del PJC. Aparte de Suanzes, sobresalió desde el principio la figura del Secretario, Lora Tamayo. De hecho, el pulso de la Comisión dependía de él. Este puesto no sólo fue esencial en la organización del

PJC, sino también en la del CSIC y en todas las iniciativas que el Ministerio de Educación ponía en práctica con respecto a la investigación tanto aplicada como básica.

El Secretario tenía a su disposición una oficina —la Secretaría de la figura 3.1— que creció rápidamente, de forma que en 1947 tenía ya una organización dividida en tres secciones<sup>397</sup>. Primero, en 1945, se había formado la Sección de Información extranjera, organizada por el bibliotecario y documentalista Hans Juretschke. Sus objetivos eran crear un centro de información sobre tecnología extranjera, abierto a todas las empresas del país<sup>398</sup>, y la redacción de informes sobre la institucionalización de la investigación en las naciones más avanzadas, y muy especialmente en EE. UU y Gran Bretaña<sup>399</sup>. Con el tiempo esta sección acumularía tal cantidad de revistas y conexiones internacionales, que se convertiría en un instituto por si solo: el Centro de Información y Documentación (CID). Después se sumaría la Sección Técnica dirigida por A. Ipiens Lacasa. Esta sección estaba encargada de coordinar la actividad de las distintas partes del PJC, controlar las becas generales —la mayoría de las becas procedían de los propios institutos y no de la organización central del PJC— y publicar la *Revista de Ciencia Aplicada*, cuyo director era J. Castañeda Chornet<sup>400</sup>. Con la agregación, en 1947, de la Sección de Inventos y Patentes la organización inicial de la Secretaría quedó concluida.

Entre 1946 y 1950 la actuación de la Comisión Permanente estuvo en función del Consejo Técnico Asesor (figura 3.1.), organismo de estudio y asesoramiento que contaba con integrantes de la universidad, las escuelas de ingeniería, otros centros

---

<sup>397</sup> PJC JG 15-7-47.

<sup>398</sup> En la memoria de 1947 se decía que era el germen de la "futura gran Biblioteca especializada que ha de ser puesta al servicio de la técnica nacional" CSIC, 1948, p.7.

<sup>399</sup> La primera publicación fue *Hacia una nueva organización científica en los Estados Unidos* —PJC (1947)—, luego vino otra sobre Gran Bretaña —PJC (1949b)— y una más que incidía especialmente en el estudio de la productividad en EE. UU. —PJC (1953)—.

<sup>400</sup> J. Castañeda aparte de ser el director de la revista era miembro del INR Trabajo, a lo que habría que sumar su labor como profesor de la Facultad de CC. Económicas y Empresariales. Sin embargo sus artículos en la revista no tuvieron un talante especialmente economicista, más bien esta tarea estaba reservada a J.L. Sampedro, quien en ninguno de sus escritos fue crítico con el industrialismo.



estatales de ciencia y tecnología, así como personas ligadas al INI. Estaba compuesto por 20 miembros entre los que destacaban J. Planell (INI - ENCASO), F. Lafita (Director del INTA), J. Otero Navascués (I Optica - LTIEMA - ENOSA) y J. Marcilla (antiguo director del CIV de la FNICER)<sup>401</sup>. La misión principal del Consejo Técnico era escrutar las necesidades científicas, tecnológicas e industriales del país. Para ello iba creando las Comisiones Técnicas Especializadas (CTE) con carácter temporal<sup>402</sup>. Además, controlaba los informes trimestrales de los institutos y proponía a los expertos que debían enjuiciar los inventos presentados por particulares para ser ensayados en el PJC.

Las funciones de las CTE eran<sup>403</sup>:

- a definir los problemas de investigación técnica,
- b estudiar la relevancia económica de los proyectos,
- c plantear los centros que debieran crearse, e
- d inventariar los centros existentes relacionados con los problemas y proyectos definidos<sup>404</sup>.

Las CTE tuvieron la virtud de detectar carencias en técnicas básicas en las que había que partir de cero, es decir, en las que había que empezar formando a los investigadores. En ocasiones la escasez era tan absoluta que alguno de los propios miembros de la CTE debía nombrarse director o secretario interino de alguno de los nuevos institutos —esto está representado en la figura 3.1 por el símbolo U de unión —.

---

<sup>401</sup> PJC JG 19-8-45. Para comprender esta cita véase el apéndice Fuentes.

<sup>402</sup> Cada CTE permanecía activa hasta que sus recomendaciones eran estudiadas por la Comisión Permanente. Sólo en contadas ocasiones una CTE volvió a ponerse en funcionamiento por segunda vez. Por ejemplo, en 1949 se decidió reunir de nuevo a la CTE de Química Aplicada para suscitar diferentes temas de trabajo —PJC CP 5-10-49—

<sup>403</sup> Las funciones del CTA aparecen en la PJC JG 19-8-45 y en las PJC CP 11-8-46; PJC CP 30-9-46 y PJC CP 30-10-46.

<sup>404</sup> PJC JG 19-7-45.

Las actividades de las CTE en los primeros momentos fueron esenciales para fijar las prioridades en las líneas de investigación. El número de participantes en cada CTE era variable (entre 5 y 10 personas), y dependía de la amplitud del tema de estudio. Entre sus componentes hubo miembros del INI, pero no como representantes explícitos de éste, sino como expertos conocedores de los problemas de determinadas ramas de la actividad económica. Es por esta razón, por la que no es extraña la coincidencia del PJC con el INI a la hora de señalar los proyectos, bien industriales, bien tecnológicos, que debían acometerse. Pero, además, esta idea se refuerza al saber que las primeras CTE, que se formaron en 1945, fueron propuestas, tanto en lo referente al tema como a los participantes, por el propio Suanzes<sup>405</sup>.

Las CTE iniciales fueron las de:

- Combustibles, dirigida por J. Planell,
- Mineralogía y Metalurgia, dirigida por A. Lafont,
- Química Forestal, dirigida por S. Robles (Director General de Montes),
- Aprovechamiento Industrial de Productos del Mar, dirigida por P. Díez de Rivera,
- Fertilizantes y Aprovechamiento Industrial de Productos del Campo, dirigida por J. Marcilla y con A. Robert como uno de sus vocales,
- Aceite, dirigida por D. Martín Sanz y,
- Organización Industrial y Normalización, dirigida por D. Martín Balzola.

A estas se añadiría después la de Química Aplicada, dirigida por A. Rius Miró y la de Física Aplicada dirigida por J.M. Otero Navascués, que a su vez daría origen a la CTE de Mecánica Experimental (dedicada a proyectiles y electrónica<sup>406</sup>).

---

<sup>405</sup> PJC JG 19-8-45. En el presente apartado se exponen algunas conexiones entre el PJC y el INI vistas desde la información que se desprende de las fuentes documentales del PJC. En el apartado 4.4.1 del capítulo cuarto se vuelve a este tema, pero desde la perspectiva de la información de las fuentes documentales del INI.

<sup>406</sup> PJC CP 6-12-46

La coincidencia de objetivos no era lo único que hacía afines al INI y al PJC. La manera de organizarse de una y otra institución era similar. En el INI la Dirección Técnica operaba de igual manera que el Consejo Técnico Asesor en el PJC. En ambos casos se trataba de grandes "incubadoras", bien de empresas en el caso de la Dirección Técnica del INI, bien de los Institutos en relación al Consejo Técnico Asesor del PJC. Es en estas instituciones donde surgieron las entidades temporales que dieron lugar, o no, a empresas o institutos. En la Dirección Técnica del INI fueron las Comisiones Gestoras las que derivaron en empresas, mientras que en el PJC fueron las CTE las que originaron institutos<sup>407</sup>. Esta similitud en la organización no sólo es fruto de que Suanzes hubiera diseñado tanto una institución como la otra, o que incluso hubiera designado hasta los componentes y directores de una y otra. Para empezar, tenían un precedente común en la Comisión de Estudios sobre los Hidrocarburos Nacionales creada en noviembre de 1938 por decreto del Ministerio de Industria y Comercio siendo ministro Suanzes<sup>408</sup>. Además, los procesos de creación de algunas empresas del INI y la aparición de algunos institutos del PJC se dieron al unísono, como si se tratase de un proyecto común. Las coincidencias incluso condujeron a que en dos casos, en el de la CTE de Mecánica Experimental y en el de la CTE de Electrónica, las CTE se denominaran Comisiones Gestoras como en el INI<sup>409</sup>. Esto podría tratarse de un simple error de denominación, pero hubo casos en los que los directores de empresas o secciones del INI coincidieron con los de consejeros y directores de institutos del PJC, como en el IN Combustible con ENCASO, el CE Frío con la Red Frigorífica Nacional, el D Óptica con ENOSA y la DII Piritas con Piritas Españolas S.A.

La conexión entre el INI y el PJC no era una mera derivación de su presidencia común. INI y PJC estaban unidos en sus estructuras, sobre todo justo en los

---

<sup>407</sup> Por ejemplo, de la CTE de Fertilizantes y Aprovechamiento Industrial de Productos del Campo se crea la Sección de Fermentaciones Industriales (S Fermentaciones) dirigida por J. Marcilla —PJC CP 20-3-47—.

<sup>408</sup> Ballester (1993), p. 105 y 106.

<sup>409</sup> PJC CP 20-1-47.

momentos en los que nacían las empresas. Los informes de las CTE en estos años denotan una comunidad de intereses con los del INI. Un caso representativo puede ser aclaratorio. En 1946 el dictamen de la CTE de Química Aplicada señalaba las actuaciones a llevar a cabo que coinciden con algunos proyectos del INI<sup>410</sup>:

- Incidir en la sustitución de importaciones de plásticos, cianuros sintéticos, vainillina, ácido cítrico, aleaciones especiales para resistencias e imanes y vidrios especiales.

- Aumentar el aprovechamiento de residuos de celulosa de patata, harina y aceite de pescado, minerales (por el método de flotación), obtención electrolítica de cinc y níquel.

- Mejorar los procedimientos de producción en preparación de hormonas vegetales, producción de siliconas, fabricación de aceros especiales y ferroaleaciones, control de la corrosión, elaboración de emulsiones de pintura y análisis espectrofotométricos y químicos.

- Normalizar y fijar características y calidades de esencias, harinas y guanos de pescado, gasolinas y petróleos, materias primas para industria conservera y productos químicos en general.

Si se admite la comunidad de intereses entre el INI y el PJC, tema sobre el que se volverá a incidir en el capítulo siguiente, cabe entonces preguntarse en que medida la existencia del PJC se debía al INI, o lo que es lo mismo, el porqué del PJC.

#### El PJC entre el CSIC y el INI.

Sería muy sencillo, pero no por ello falso, decir que el PJC existió porque se necesitaba institucionalizar la ciencia aplicada para crear los vínculos necesarios entre

---

<sup>410</sup> PJC CP 18-12-46

la tecnología y la industria. Sin embargo, su éxito en este cometido no se consiguió<sup>411</sup>. Ahora bien, si integramos al PJC en el proyecto de industrialización liderado por Suanzes, entonces nuestro punto de vista debe cambiar, ya que la razón de ser y el éxito del PJC, desde esta perspectiva, estarían ligados a los objetivos y logros del proyecto de industrialización basado en la sustitución de importaciones en su conjunto.

He partido de este supuesto porque de lo contrario sería muy simple exponer la retahíla de intenciones que tenía el PJC, según sus reglamentos y las declaraciones de sus dirigentes, para luego concluir que, como la mayoría no se cumplieron, el PJC fue un fracaso. Sin embargo, el análisis de los propósitos del PJC tiene que ser algo más sutil.

Lo primero que hay que decir de los objetivos del PJC es que estaban limitados por las directrices del CSIC y del INI. Ello se capta en las fuentes documentales desde el principio. En el reglamento de 1949 el PJC tenía "encomendadas las misiones investigadoras de carácter técnico e industrial con sujeción a las directrices fundamentales de unidad de la ciencia y servicio al interés nacional."<sup>412</sup> La "unidad de la ciencia" era un concepto repetido en los documentos fundacionales del CSIC. Lo mismo cabría decir del "interés nacional" con respecto al INI. Lo que significaban estas dos nociones para el PJC era que, debía realizar su investigación siguiendo la regla del "interés nacional" que marcaba el INI, pero que en ningún caso debía especializarse en la consecución de este objetivo, como para desligarse de la ética científica que señalaba el CSIC. Esa ética se basaba en los principios del catolicismo entendidos como barreras que no se podían transgredir. En ciencia había dos situaciones en las que se daba la contravención: primera, cuando se utilizaban principios teóricos que estaban en oposición a los dogmas de la fe —la evolución de

---

<sup>411</sup> El análisis de este fracaso se presenta en el capítulo quinto.

<sup>412</sup> CSIC (1949b), CAP. 1º Artículo 1º p. 7.

las especies, psicoanálisis y teoría de la relatividad—, y segunda, cuando un proyecto científico y tecnológico implicaba una reforma social —agraria, laboral y de la propiedad—. Con estas sujeciones los objetivos del PJC se reducían a investigar desde la perspectiva técnica las posibilidades específicas del país de explotar al máximo sus riquezas y aumentar su aprovechamiento sin transgredir la "unidad de la ciencia", y sin plantear un nuevo "discurso civil" en la ciencia y la tecnología, como el existente con anterioridad a la guerra.

Para llevar a cabo este propósito el PJC siguió dos estrategias de crecimiento que no contraviniesen las directrices del CSIC y del INI: por una parte agrupar por medio de la coordinación y absorción los centros de investigación ya existentes —en conjunto núcleos de la universidad, de los ministerios y del mismo CSIC—, y por otra crear nuevos institutos, bien de tipo general —dedicados a las ramas fundamentales de la ciencia—, bien especializados —destinados a resolver problemas técnicos aplicados a la industria—.

La estrategia de absorción tuvo en la Junta Coordinadora de Patronatos del CSIC el mecanismo más eficaz. Creada en marzo del año 1946, amplió las posibilidades de los institutos del PJC para hacerse con las parcelas más activas del CSIC. Inicialmente se encargó de distribuir el 10 % del presupuesto del PJC hacia las investigaciones aplicadas dentro del CSIC. Este mecanismo, puesto en práctica para "asegurar vocaciones en las ciencias básicas", actuó en realidad como un elemento de absorción de las secciones más dinámicas de los institutos del CSIC. En 1947 se fijaron los primeros acuerdos<sup>413</sup>:

- Formar la Sección Fermentaciones Industriales (S Fermentaciones) a partir del Instituto de Microbiología General, y

---

<sup>413</sup> PJC JG 15-7-47.

- Establecer la Sección de Plásticos (S Plásticos) en el Instituto de Química "Alonso Barba".

La otra estrategia se basó en un programa de creación de Institutos Generales o Nacionales. Se proyectaron cuatro partiendo del ejemplo del INR Trabajo: el de Química , el de Física, el de Electricidad y el de Mecánica<sup>414</sup>. Lo cierto es que la evolución de los institutos del PJC fue dictando su mayor o menor relevancia, de modo que al poco tiempo habían desaparecido de hecho, aunque no de nombre, aquellas distinciones entre institutos generales y especiales. La única diferencia real estaba entre los coordinados, como el CI ENCASO o el I Forestal, y el resto .

---

<sup>414</sup> PJC CP 30-7-46.

### 3.3.3 El desarrollo institucional del Patronato "Juan de la Cierva" en los años cincuenta.

En 1950 empieza una segunda fase caracterizada por la aprobación del nuevo reglamento de la institución, la constitución de las CTE de Investigaciones Textiles, de Material Científico y la reapertura de la de Química Aplicada y la reestructuración de varios institutos, en especial del ILT Quevedo<sup>415</sup>. En este momento Suanzes consideró que la organización del Patronato y la formación del personal investigador —en el PJC en 1950 trabajaban 550 personas— ya eran satisfactorios como punto de partida para crecer a partir de ese año de una forma regular:

habrá que suponer —no veo otras razones de mayor peso— que se trata de un fenómeno de madurez. Tal vez, al transcurrir los cinco años, ha pasado el período mínimo —el tiempo, en sus efectos, es implacable—, en el que una tarea de este tipo pueda fructificar, y entonces quiere decir que estamos recogiendo los primeros frutos de una labor bien intencionada.<sup>416</sup>

Una año después Suanzes —con unas 650 personas trabajando en el PJC— vuelve a incidir en la idea, pero ahora la justifica señalando que la clave está en el capital humano acumulado "hay hombres, hombres de todas las edades y en todas las etapas y fases, desde las de formación, hasta las de pleno rendimiento y Dirección."<sup>417</sup>

El PJC seguía creciendo gracias a la labor de sus CTE. Se constituyó en 1951 la CTE de Energía Eólica en coordinación con el INI<sup>418</sup>. Al año siguiente esta CTE estudió el establecimiento de plantas piloto de acuerdo con el INI. Ese mismo año, 1952, se creó la CTE que dictaminaría sobre la organización de un Instituto del Vino y

---

<sup>415</sup> PJC CP 1-1-50, JG 19-7-50 y PJC CP 24-7-50.

<sup>416</sup> CSIC - PJC, 1951, p. 21.

<sup>417</sup> CSIC, 1952, p. 33.

<sup>418</sup> Se nombra a Luis de Azcárraga (Director General de Protección de Vuelos) presidente de esta CTE —PJC JG 19-7-51—.



de las Fermentaciones<sup>419</sup>. En cierta manera era resucitar el CIV de la FNICER, pero el proyecto no terminó de cuajar.

Aunque la situación era buena Suanzes estimó que, tal vez por ello, había que "revisar en su conjunto las directrices de trabajo que siguen los Institutos; las normas adoptadas para la mejor formación de personal; y, en definitiva, cuanto pueda ser de mayor interés para su mejor funcionamiento."<sup>420</sup> Propuso iniciar para el año siguiente, 1953, una serie de reuniones de la Comisión Permanente con el objetivo de reforzar el PJC en los siguientes aspectos:

1º Procedencia de continuar con los temas de trabajo propuestos y en su defecto nuevas direcciones que aconsejarían seguir, en relación al objeto del Patronato.

2º Estado actual de la formación de personal investigador de los institutos y direcciones que deben darse a ese aspecto de su labor, si aquella no alcanzó en calidad y cantidad el grado necesario para un eficaz desarrollo del trabajo y como garantía de una continuidad en el futuro de las investigaciones.

3º Medios que juzgan necesarios los Ponentes para alcanzar la mayor eficiencia en su conocimiento de la marcha de cada instituto y poder colaborar con éste en la mejor comprensión de los designios del trabajo del Patronato.<sup>421</sup>

En 1953 empezaron los estudios para renovar los campos de investigación de los institutos del PJC. Independientemente de las consideraciones de las memorias que se redactaron, el PJC siguió adelante con sus CTE de Química Aplicada, de Energía Eólica y de Investigación Textil<sup>422</sup>. Al año siguiente la Comisión Permanente señaló que estas CTE se estaban convirtiendo en auténticos institutos, hasta el punto que la de Investigación Textil había convocado tres becas de formación en el

---

<sup>419</sup> PJC JG 17-8-52.

<sup>420</sup> PJC CP 24-11-52.

<sup>421</sup> PJC CP 24-11-52.

<sup>422</sup> La CTE de la Investigación Textil se radicó en Cataluña. Estaba formada por: J. Pascual Vila, P. Gual Villalbi (Secretario General de Fomento del Trabajo Nacional) y A. Sala Amat (Presidente del Patronato de la Escuela de Ingenieros Textiles de Tarrasa) —PJC CP 13-2-53—.

extranjero<sup>423</sup>. Al final del año se constituyó una CTE más, la de Investigaciones Metalúrgicas<sup>424</sup>.

Sin embargo, el PJC tuvo que hacer frente a tres problemas de índole institucional: la defunción de algunos de sus miembros más carismáticos, las consecuencias de la anterior política de absorción de institutos y las dificultades para crecer a partir de las CTE.

Al final del año 1954 el PJC empezó a sufrir una "crisis biológica". Algunos de sus protagonistas fallecieron. Primero J.M. Fernández Ladreda, que había sido vocal de la Junta de Gobierno y del Consejo Técnico Asesor, además de Presidente del IN Electrónica, segundo J.M. Torroja Miret director del ILT Quevedo y miembro de la Comisión Permanente<sup>425</sup>. A mediados del año siguiente dos miembros importantes de la Junta de Gobierno también fallecieron: J. Vigón Suerodíaz (Jefe del Alto Estado Mayor) y J.M. Zumalacárregui (Presidente del Consejo Nacional de Economía). El PJC se enfrentó a un cambio generacional cuyo primer efecto fue una relajación de los principios que habían guiado el crecimiento de la institución hasta aquel momento.

El segundo problema derivó de la política anterior de absorción de institutos del CSIC, la cual condujo a que se fraguasen los proyectos de incorporación de centros, justo cuando el PJC sufría un estancamiento de sus presupuestos y sus directrices no estaban claramente definidas. A principios de 1955 la Comisión Permanente aprobó el ingreso de los institutos de Óptica, Química y Electricidad encuadrados anteriormente en el Patronato "Alfonso el Sabio" del CSIC<sup>426</sup>. En los tres casos el proceso de absorción por parte del PJC, iniciado con las subvenciones a las investigaciones

---

<sup>423</sup> PJC CP 11-3-54.

<sup>424</sup> PJC JG 17-12-54.

<sup>425</sup> En lugar de J.M. Torroja en la Comisión Permanente entró A. Rius Miró —PJC JG 13-7-55—.

<sup>426</sup> PJC CP 23-3-55.

básicas del CSIC, había conducido a una dependencia económica muy notable de estos institutos para con el PJC.

De los informes se deduce que el Instituto de Química "Alonso Barba" fue derivando de la investigación básica a la aplicada, hasta el punto de que en 1955 el 80 % de su actividad era de carácter aplicado y en su mayor parte realizada con subvenciones del PJC. De hecho, la no pertenencia de este instituto al PJC era un tanto paradójica, ya que desde mediados de los años cuarenta había sido una "mina" de institutos para el PJC, que había corrido con los gastos de algunos de sus departamentos, como el D Plásticos y el Departamento de Química Vegetal (DQ Vegetal), hasta que se incorporaron plenamente al "Juan de la Cierva". Igual le sucedió al Instituto de Óptica "Daza Valdés", para el que la investigación aplicada suponía en 1955 un 70% de su actividad. Por su parte, la incorporación del Instituto de Electricidad fue un hecho que tenía que haberse realizado mucho antes, pero que por motivos personales y burocráticos no se llevó a cabo hasta aquel momento<sup>427</sup>.

Desde mediados de los años cincuenta la debilidad del PJC para crecer institucionalmente, es decir para poner en marcha nuevos institutos, era evidente. Los trabajos de las CTE en funcionamiento no terminaron de fraguar. De hecho el informe de la CTE de Investigaciones Metalúrgicas ya no proponía la creación de instituto alguno, lo juzgaba innecesario frente a la más oportuna formación de una Junta que aprovechara la nueva situación internacional:

a) Una junta podría canalizar las "posibilidades por parte de España para ampliar su horizonte de colaboración con otros países, especialmente con los EE.UU."<sup>428</sup>

---

<sup>427</sup> Para más información véase el apartado 5.3 del capítulo quinto.

<sup>428</sup> PJC CP 23-3-55.

b) No existía personal en la cuantía necesaria como para aventurarse en crear un instituto de metalurgia.

c) Una junta podía centralizar los resultados del grupo de centros que trabajan en el tema: INTA, JEN, IH Acero, I. Soldadura y otros organismos oficiales (en el INI) y privados (empresas).

Las nuevas CTE que se crearon, como la CTE del Embalaje y la CTE de la Construcción Naval, terminaron también sin poder dar origen a institutos, aunque se buscó el apoyo del INI y de otros organismos del Estado. Tan sólo la CTE de la Energía Eólica tuvo fuerza suficiente para consolidarse<sup>429</sup>.

Desde mediados de los años cincuenta el PJC había perdido su fuerza para crear institutos a partir de las CTE. La institución se estaba estancando por este lado, así que se propuso ampliar la actividad desde dentro de los institutos existentes, pero la realidad era que los objetivos marcados a finales de los años cuarenta por las CTE se antojaban ahora demasiado amplios, alejados del desarrollo de la ciencia básica internacional y desconectados de los derroteros tomados por los planes de industrialización. Ante este panorama Lora Tamayo decidió que los institutos formularan sus propios programas de investigación a realizar en cinco años, para "tratar de ir preparando el camino para una auténtica programación quinquenal de la investigación en España dentro de las especialidades que se cultivan."<sup>430</sup> El PJC se encontraba en plena crisis como institución. Había perdido el rumbo inicial y los problemas de financiación estaban acuciando su propia permanencia, tal como se desprende del capítulo siguiente.

---

<sup>429</sup> PJC JG 27-12-56. La CTE de Energía Eólica solicitó iniciar investigaciones en energía solar en las instalaciones que tenía en Las Rozas (Madrid) —PJC JG 22-12-55—.

<sup>430</sup> PJC CP 23-10-57.

**El saber tecnológico en la política industrial del primer franquismo.**

**II**

Santiago Manuel López García

## CAPITULO 4. LA ECONOMIA DEL PATRONATO "JUAN DE LA CIERVA".

### 4.1 La financiación del Patronato "Juan de la Cierva".

El tipo de financiación que tuvo el Patronato "Juan de la Cierva" (PJC) tiene su explicación dentro del proyecto de industrialización encabezado por Suanzes. Este mantuvo que la actividad investigadora debía nacer y desarrollarse en relación a la producción industrial, puesto que, al ser la investigación aplicada el fruto de la necesidad de la actividad económica, era ésta la que debía hacerse cargo del gasto necesario. Admitía que si el conjunto de la industria no podía con todo el peso, entonces, el Estado estaba obligado a soportarlo a través de subvenciones o con los presupuestos del CSIC. A esta concepción unió otra, por la que deseaba conseguir que cada instituto actuase como una sociedad anónima, capaz de gestionarse y contratar individualmente con las empresas. Ambas concepciones tuvieron como consecuencia una notable variedad en los patrones de financiación de los diferentes institutos, lo cual planteó una jerarquía —reconocible hasta en los salarios<sup>431</sup>— de institutos en función del origen de sus fondos: grandes centros de investigación general que absorbían todo tipo de recursos —subvenciones de diferentes ministerios, aportaciones obligatorias por parte de las industrias y préstamos de entidades públicas—, centros medios de investigación aplicada sostenidos por las subvenciones del Ministerio de Educación Nacional y, por último, centros o laboratorios coordinados, respaldados en algunos casos por la iniciativa privada, que recibían ayudas por parte del PJC<sup>432</sup>.

---

<sup>431</sup> Una petición del I Soldadura para elevar los sueldos pone en evidencia que cada instituto tenía diferentes sueldos y que el PJC "debe procurar en lo posible su mayor uniformidad." —PJC CP 8-7-55 (para comprender este sistema de citas de las fuentes del Patronato véase el apéndice Fuentes apartado C)—.   
<sup>432</sup> CSIC (1946b), p. 9.

Este sistema de financiación, que estuvo en vigor hasta 1971, nació de la reorganización del PJC entre 1944 y 1946. En estos dos años se transformaron las estructuras de financiación de la investigación, cambiando el papel de la industria privada y alterando las relaciones de poder en el CSIC. Con respecto a éste Suanzes indicó, en 1945, que las necesidades que debía afrontar el Patronato estaban llevando a un cambio radical en el CSIC:

Es indudable que el CSIC, si ha de recoger el activo desenvolvimiento que pretendemos darle a la investigación técnico-industrial, habrá de experimentar un alza de mucha consideración relativa. Hemos procedido ya a estudiar el posible programa de actividades y creaciones en el próximo año como parte de un plan general, y las cifras resultantes, en la parte imputable al Consejo, son relativamente altas [aproximadamente, duplicar el presupuesto], aunque, en ponderada proporción, nada representan en relación con las inversiones no ya de otros países, sino de cualquiera de las medianas empresas de los mismos.<sup>433</sup>

En el presente capítulo me centraré en los años que median entre 1946 y 1962, en los que el PJC pasó de ser una institución sin dificultades económicas, capaz de competir ventajosamente con los sueldos de la industria privada, a ser un organismo con problemas serios para costear los gastos de los institutos ya creados y, aún mayores, para poner en marcha nuevos centros de investigación. La crisis del modelo de financiación fijado a mediados de los años cuarenta comenzó pronto, a principios de los años cincuenta. Se combinaron por una parte, el rápido crecimiento de la institución con la incapacidad para aumentar el número de sectores industriales sometidos a aportaciones obligatorias en beneficio del PJC. A esto se sumaría el estancamiento de los presupuestos de los ministerios, así como, las dificultades para conseguir nuevos préstamos de las instituciones públicas a partir de 1955. Conocer cómo se desarrolló esta crisis sirve para comprender los problemas que he citado en el capítulo anterior al referirme a la organización del PJC.

\* \* \*

---

<sup>433</sup> CSIC (1946), p. 95. En el Cuadro - Cuentas corrientes 1.a. del Apéndice estadístico se ofrece la relación entre los ingresos del PJC y los del Estado, así como el porcentaje que representan con respecto a la Renta Nacional.

#### 4.1.1 Las bases de la financiación del Patronato "Juan de la Cierva" hasta 1960.

Entre 1944 y 1946 se estableció lo que podría denominarse como sistema dirigista de financiación de la investigación en favor del PJC. Este sistema tenía tres bases principales:

a) las *subvenciones* procedentes de los presupuestos de los ministerios de Educación Nacional, Obras Públicas y de los tres ejércitos,

b) las exacciones a las empresas, que a su vez eran de dos tipos: por una parte las *aportaciones*, que eran impuestos sobre la producción o sobre las ventas —entre un 0.5 y un 1 %— que las empresas de los sectores de la fabricación del cemento, la minería —en especial la del carbón— y la siderometalurgia debían pagar<sup>434</sup>, y por otra los llamados *donativos*, que si bien ocasionalmente eran verdaderas donaciones, con frecuencia encubrían un impuesto, que algunas empresas debían de pagar como parte de los beneficios adquiridos al haberse quedado, tras la Segunda Guerra Mundial, con los bienes de industrias alemanas instaladas en España con anterioridad, y

c) los *recursos* propios que conseguía cada instituto por medio de contratos de investigación y la venta de sus servicios y productos<sup>435</sup>.

La primera y tercera de estas fuentes de financiación pueden entenderse como típicas en cualquier sistema nacional de investigación, pero la segunda no tenía precedentes en España, y resulta extraña en cualquier país con un sistema impositivo

---

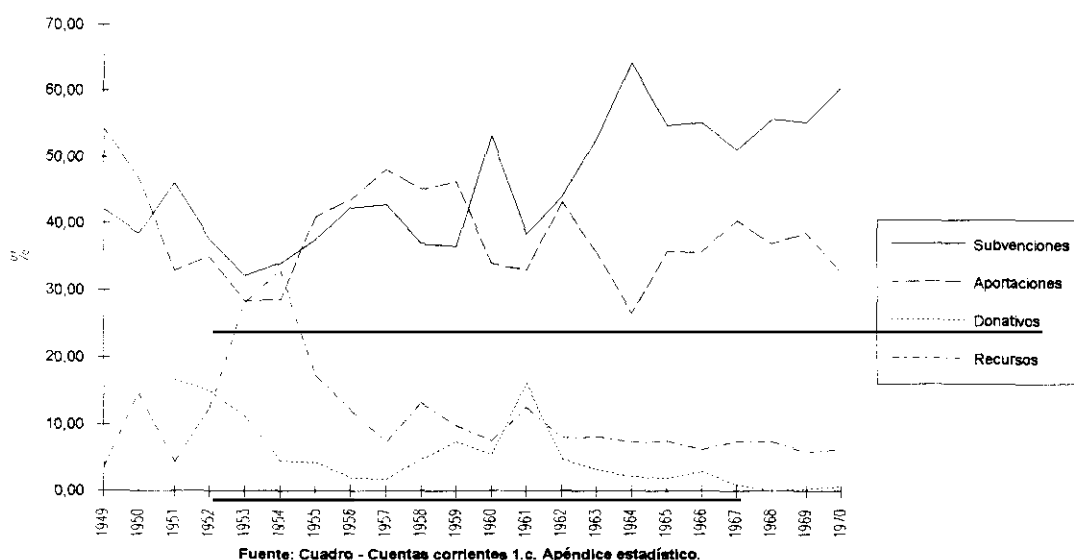
<sup>434</sup> Estos impuestos estuvieron vigentes hasta principios de los años setenta.

<sup>435</sup> Estas modalidades de ingresos fueron establecidas en 1946 y ratificadas en el *Reglamento del PJC* del año 1949 —CSIC (1949b), CAP. 1º, art. 3º, pp. 8 y 9—.



que mantenga los impuestos directos como la base de su fiscalidad<sup>436</sup>. Por primera vez el Estado aplicaba impuestos cuyo beneficiario era una única institución de investigación, y dentro de ella sólo algunos institutos<sup>437</sup>. Además, se trataba de impuestos que sólo afectaban a determinados sectores industriales —producción de cementos, siderometalurgia y minería del carbón—, y que se establecían según unos cánones que eran diferentes para cada sector afectado. Como se observa en el gráfico 4.1. la importancia de esta financiación era notable para el PJC. Las aportaciones industriales —Aportaciones en el gráfico 4.1.—, que era como se denominaba esta exacción en los años cuarenta, casi siempre se mantuvieron por encima del 30 % con respecto al conjunto de la financiación.

GRAFICO 4.1. Estructura de la financiación del Patronato "Juan de la Cierva" (1949-1970).

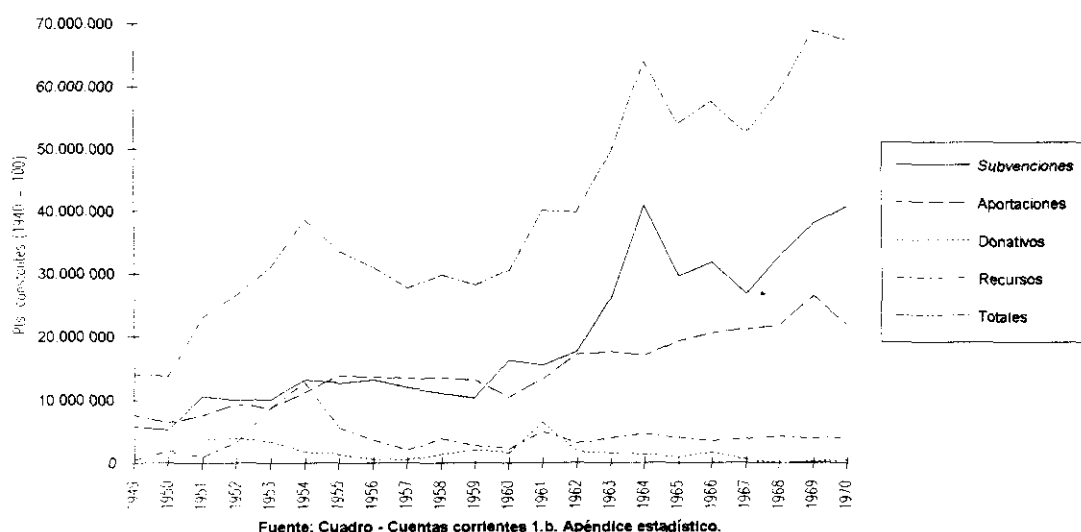


<sup>436</sup> Estas exacciones son un ejemplo más de lo que F. Comín ha denominado como Hacienda en retroceso —Comín (1985)—.

<sup>437</sup> El artículo segundo del capítulo primero del *Reglamento del PJC* especificaba que era esta institución la que se hacía cargo de la "administración de sus recursos, tanto los procedentes de las consignaciones oficiales y Corporaciones de todas clases, cuya cooperación deberá promover por los medios a su alcance, distribuyéndolos entre los Institutos y otros Centros de Investigación, en relación con sus necesidades y con los medios e ingresos propios que éstos puedan tener." CSIC (1949b), CAP. 1º, art. 2º, p. 8.

De esta estructura de la financiación del PJC destacan dos momentos: 1954 y 1962-1964. 1954 sobresale por la trascendencia de los recursos propios —Recursos en el gráfico 4.1.—, mientras que 1962-1964 despunta por la importancia creciente de las subvenciones estatales —Subvenciones en el gráfico 4.1— en la financiación.

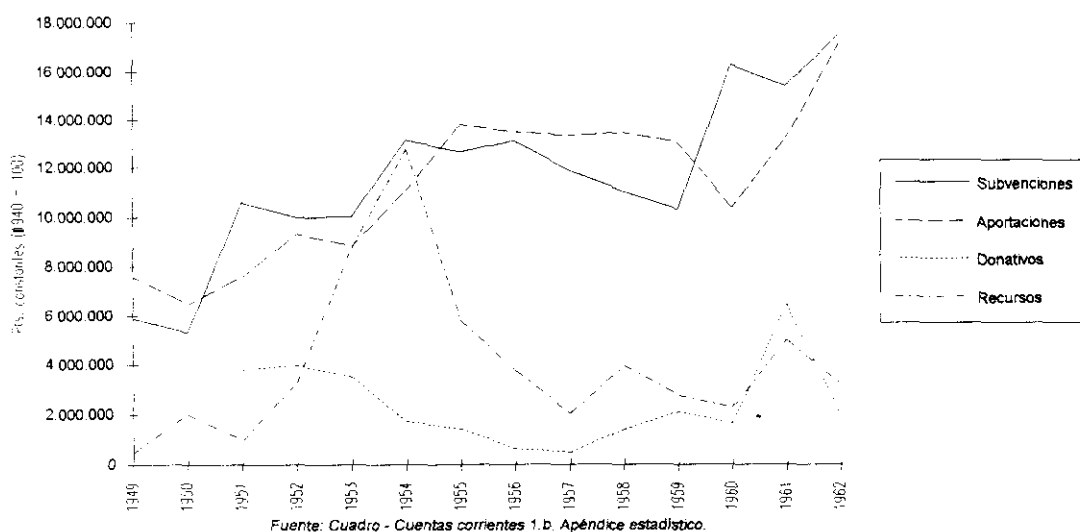
**GRAFICO 4.2. Financiación del Patronato "Juan de la Cierva". Totales y principales partidas (1949-1970).**



Cada uno de estos años es significativo de dos modelos diferentes de política científica. El primero —1954— representa el modelo dirigista ligado al proyecto de sustitución de importaciones encabezado por Suanzes, que es en el que se centra la presente tesis. Mientras que el año 1962 significa la creciente toma de conciencia por parte del Estado de que es él quien debe financiar parte de la actividad investigadora sin comprometer en ello directamente recursos de las empresas. Entre medias lo que sucede es la crisis del modelo dirigista en la investigación en ciencia aplicada, crisis que se aprecia en la curva de los totales del gráfico 4.2. En esta línea se observa como desde 1954 se abre un valle que no se cierra hasta 1961. Esta crisis estuvo determinada por la caída de los recursos propios —Recursos en el gráfico 4.2.— y el ligero descenso de los ingresos por subvenciones estatales y aportaciones

industriales. Esta apreciación es más notable al examinar en detalle este período (gráfico 4.3.).

**GRAFICO 4.3. Financiación del Patronato "Juan de la Cierva". Principales partidas (1949-1962).**



En 1954 los recursos propios —Recursos en el gráfico 4.3— eran tan importantes como los de las subvenciones estatales, o los de las aportaciones industriales. Aproximadamente cada uno de los apartados, si se exceptúan los donativos que tenían poca importancia, contribuía con un tercio a la financiación del PJC (gráfico 4.1.). Los dos años siguientes los recursos propios descendieron hasta situarse en el 10 %. Detrás del pico, que supuso 1952-1955 en los recursos propios, se encuentran una serie de préstamos de varias instituciones estatales entre los que destacaron los de:

- el Instituto de Crédito para la Reconstrucción Nacional por una cuantía de 11.996.206 pts. para el Instituto Técnico de la Construcción y la Edificación (ITC Edificación) en 1953.

- el INI para el ITC Edificación, por valor de 5.000.000 pts. en 1953<sup>438</sup>, y el de 40.000.000 pts. para el IN Combustible entre 1953 y 1954, que se destinaron al edificio del I Carbón<sup>439</sup>.

- el Banco Hipotecario, de 7.000.000 pts. en 1954, para el ITC Edificación<sup>440</sup>.

Estos préstamos se fueron amortizando, a lo largo de los siguientes diez años, principalmente con los ingresos que los institutos recibían de las subvenciones ministeriales y de las exacciones a la industria, de manera que se creaba un círculo de financiación y amortización entre, por una parte, las subvenciones y aportaciones y, por otra, los préstamos concedidos por entidades públicas.

Esta serie de préstamos y su incidencia sobre los recursos propios de los institutos quedan de manifiesto en el gráfico 4.4. De esta representación interesa destacar dos hechos: por un lado, señalar que detrás de las dos crestas mayores estaba en buena medida el INI, por lo que éste pasó a ser la entidad financiadora más relevante para el PJC —años más tarde volvería a prestar importantes sumas<sup>441</sup>—, cuyos préstamos y donativos se situaban después de las subvenciones estatales y de las exacciones a la industria, y por otro, la capacidad del ILT Quevedo para generar recursos propios. Este instituto gozó de ayudas especiales en estos años, pero la

---

<sup>438</sup> En la Comisión Permanente del 13 de septiembre de 1952 se aprobó enviar la solicitud de un préstamo por un máximo de 5 millones que pidió el ITC Edificación al INI a un interés anual del 4% y amortización en 5 años. Su finalidad fue la construcción del nuevo edificio —PJC 13-9-52—.

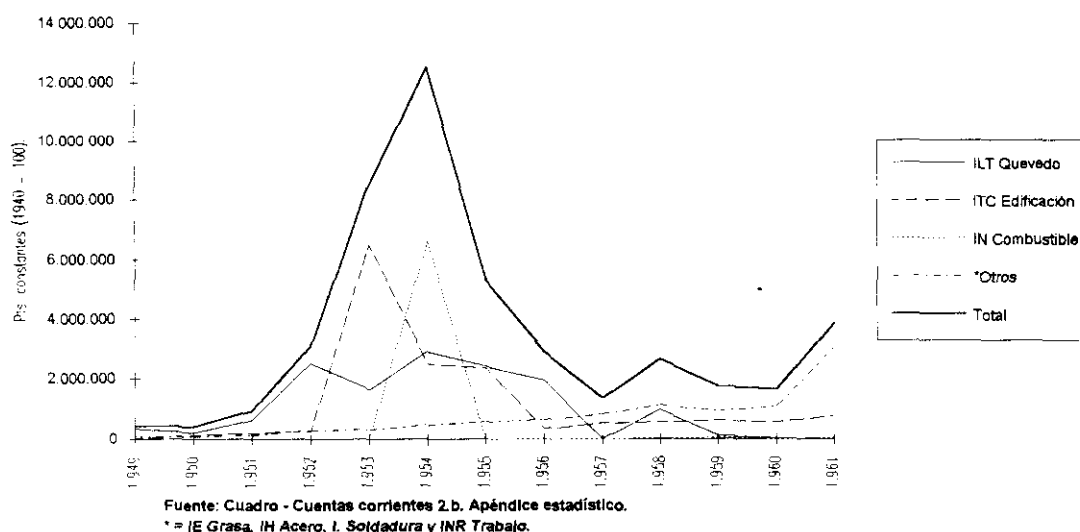
<sup>439</sup> La DT del INI aprobó el préstamo para el I Carbón en noviembre de 1953 —INI, E (D2), legajo 051 DT, 7, exp. 485 (30-11-53) (para comprender este sistema de citas de las fuentes del INI véase el apéndice Fuentes apartado E)—. Ese mes Suanzes, como presidente del PJC, firmaba la escritura del préstamo una vez asegurado el incremento de los ingresos a través de las exacciones fiscales sobre los productores de carbón —PJC CP 16-7-53 y CP 13-11-53—.

<sup>440</sup> Los datos de los préstamos se han deducido de las *Cuentas corrientes por contraídos*. Sección de Contabilidad del PJC (1949-1970). Ver el apéndice Fuentes.

<sup>441</sup> En 1955 el IN Electrónica y el IH Acero solicitaron sendos préstamos de 30 millones de pts. al INI cuya amortización querían llevarla a cabo, el primero por medio de las subvenciones de los ministerios militares, y el otro, a través de las exacciones fiscales sobre la siderometalurgia —PJC CP 25-6-55—. El INI concedió en 1958 el préstamo para el IH Acero y al año siguiente respaldó otro crédito de 8 millones de pts. que hubo de solicitar este mismo instituto para comprar material de laboratorio —PJC CP 28-2-58 y CP 14-12-59—. El préstamo al IN Electrónica también se aprobó, pero cuando se hizo efectivo, ya en 1960, se dedicó a cubrir las necesidades de los centros del PJC que no tenían más ingresos que la subvención del Ministerio de Educación Nacional —PJC JG 23-12-60—.

mayoría de sus recursos provenía de la venta de los instrumentos de precisión que fabricaba en tiradas pequeñas para diferentes ministerios, en especial para el de Educación Nacional, ya que cubría para él las necesidades de los laboratorios de los centros de enseñanza secundaria.

**GRAFICO 4.4. Recursos propios de los principales institutos del Patronato "Juan de la Cierva" (1949-1961).**



El hecho principal que se deduce de los cuatro gráficos es la crisis que se dio, a partir de 1954, del modelo dirigista en la investigación aplicada. Con anterioridad a esta fecha ya habían surgido algunas complicaciones. Desde 1950 la subvención del Ministerio de Educación Nacional empezó a no llegar con regularidad<sup>442</sup>. Además, la subvención se estabilizó, en pesetas constantes, entre 1949 y 1961 —véase el gráfico 4.5.—, sin que surtieran mucho efecto las peticiones de Suanzes al pleno del CSIC en 1952:

En ocasiones anteriores hemos solicitado comprensión o colaboración, apoyos o fe; hoy, concretamente, hemos de hacer una demanda que nuestros superiores podrán, mejor que nosotros y si lo estiman oportuno, interpretar y

<sup>442</sup> PJC CP 14-5-51.

traducir en realidades. Dinero. Medios para que nuestro trabajo avance y fructifique.

Cincuenta y cinco millones de pesetas gasta al año aproximadamente nuestro patronato (...). Es lo que invierte en iguales tareas y en el mismo período una sola empresa extranjera, de no muy grande envergadura. Nuestro inmediato objetivo debe ser duplicar, por lo menos, aquella cifra en el más corto período.<sup>443</sup>

**GRAFICO 4.5. Subvenciones procedentes de los diferentes ministerios para el Patronato "Juan de la Cierva" (1949-1970).**



Ese mismo año Suanzes había señalado en la Comisión Permanente, que con la subvención del Ministerio de Educación no se iba a poder hacer frente al crecimiento del PJC<sup>444</sup>, por lo que proponía dos formas de canalizar nuevas entradas de efectivo:

La primera, aumentando los consorcios, como el que existía entre el ITC Edificación y el Ministerio de Obras Públicas, por el cual este último otorgaba

<sup>443</sup> CSIC (1953), p. 34.

<sup>444</sup> PJC CP 7-5-52.

anualmente a dicho instituto ocho millones de pesetas. En este sentido Suanzes propuso que el Ministerio de Industria apoyara al IN Electrónica y que el de Agricultura hiciera lo propio con el IQ Vegetal.

De esta forma además sería posible garantizar la apertura de créditos que, como el que en principio ha aprobado el Consejo de Ministros para el ITC Edificación respecto del de la Reconstrucción Nacional y el que estudia el INI en relación con el I Carbón [integrado en el IN Combustibles], permitirán un impulso que el ritmo lento de un Presupuesto ordinario no permite alcanzar.<sup>445</sup>

La segunda, canalizando una financiación que "podría hacerse a través de los Sindicatos, siguiendo con ello las orientaciones que el Ministro de Hacienda dio en la visita que le hizo la Comisión Permanente, con lo que se lograría una vinculación del los sectores económicos en ellos representados a estos problemas de la investigación."<sup>446</sup>

La primera de las fórmulas propuestas por Suanzes tuvo un éxito relativo. Las subvenciones estatales crecieron algo entre 1953 y 1954, pero luego se estabilizaron e incluso cayeron un poco —en pts. constantes— hasta 1959 —véase el gráfico 4.2—. Realmente hasta 1960 esta fuente de financiación no volvió a crecer con fuerza, y ello se debió a las subvenciones del Ministerio de Gobernación —incluyendo los fondos de la Presidencia del Gobierno— y a las del Ministerio de Educación y Ciencia, sobre todo a partir de 1962 con Lora Tamayo como ministro.

El intento de Suanzes de implicar a más ministerios puede apreciarse en el gráfico 4.5. Ciertamente estas subvenciones se estabilizaron con una ligera tendencia a la baja. El valle y la meseta que presenta entre 1951 y 1955 la subvención de Otros Ministerios es el efecto del retraso de algunos pagos. De no haber existido estos retrasos la curva hubiera tenido una tendencia muy similar a la de los Ministerios de los

---

<sup>445</sup> PJC CP 7-5-52.

<sup>446</sup> PJC CP 7-5-52.

ejércitos, tal y como sucede a partir de 1956, ya que en realidad se limitaron a repetir su aportación año tras año<sup>447</sup>. Pero si nos detenemos a comprobar las aportaciones de cada ministerio y, sobre todo, los destinatarios, entonces, nuestra apreciación cambiará. Mientras que la subvención del Ministerio de Educación Nacional se destinó en su casi totalidad al conjunto del PJC, el resto de las aportaciones iban dirigidas a institutos concretos, entre los que destaron tres: el ITC Edificación con una subvención anual de ocho millones de pts. anuales por parte del Ministerio de Obras Públicas, el IN Electrónica con una subvención anual media de cinco millones y medio de pts. por parte de los ministerios militares y el II Pesqueras con una subvención anual media de dos millones y medio de pts.<sup>448</sup>

Con estos nuevos datos está claro que Suanzes había conseguido una financiación óptima para tres de sus institutos a través de esta fórmula. Sin embargo, ello aumentaba las diferencias entre los centros, por lo que había que buscar nuevos medios para el resto. La segunda fórmula resultó mucho menos satisfactoria que la primera. Los sindicatos no tenían el empuje suficiente como para ocuparse de las tareas de financiación de la investigación aplicada. Sólo el Consorcio Nacional Almadrabeto contrató en dos ocasiones (1950 y 1953) los servicios del PJC, pero el monto no superó en total el millón de pts.<sup>449</sup>

A finales de 1952 la situación era apremiante. Durante aquel año hubo saldos negativos que ascendieron hasta los tres millones de pts., "que de mantenerse podían haber dado lugar a situaciones no muy cómodas, y que de repetirse o estabilizarse, saldos de esa cuantía podría obligar o aconsejar supeditar los gastos y pagos de cada Centro a los ingresos que para él se reciban, o ... la distribución de consignaciones."<sup>450</sup> En 1953 las cosas empeoraron. Independientemente de otros

---

<sup>447</sup> Véase el cuadro 6.3.a. del Apéndice estadístico.

<sup>448</sup> Datos referidos al período 1949-1959.

<sup>449</sup> PJC CP 1-2-50; CP 3-3-50 y JG 17-7-53.

<sup>450</sup> PJC CP 15-10-52. La distribución de consignaciones era el reparto de las aportaciones industriales entre todos los institutos del PJC, lo cual estaba prohibido por las normas internas del PJC, ya que los



saldos negativos, el ILT Quevedo empezó a causar graves inestabilidades en la financiación del PJC. En la primera mitad del año había necesitado anticipos por valor de tres millones y medio de pts. J.M. Torroja, director del Instituto y consejero económico de la Comisión Permanente, indicó "que como las posibilidades económicas del PJC no son ya tan holgadas como lo eran antes, no es posible continuar con este régimen de anticipos y por otra parte no se estima procedente el acceder a concertar operaciones de crédito con entidades privadas."<sup>451</sup> Ante lo cual propuso, que los servicios realizados a la industria se contrataran con una cláusula por la que se debía pagar un anticipo del 30% de la investigación a la firma del concierto, y que con los organismos de la Administración del Estado se suscribieran certificaciones negociables en el Banco de España. Con estas medidas Torroja quería evitar la falta de efectivo que sufría una institución cuyas entradas de dinero estaban ligadas a los plazos de los Presupuestos Generales del Estado. El problema había surgido en el ILT Quevedo porque este centro se comportaba en muchos aspectos como una empresa —fabricaba pequeñas series de instrumentos que vendía al Estado y a particulares—, y por tanto, su gestión contable chocaba con la estructura financiera que tenía.

Ante el fracaso relativo de las dos fórmulas de financiación pergeñadas inicialmente por Suanzes, y ante una situación contable que empezaba a poner en apuros el proyecto del PJC, decidió emprender una tercera vía: la del endeudamiento con las entidades públicas. Suanzes justificó de la siguiente manera su nueva opción. A lo largo de 1953 se quejó en varias ocasiones de que la aportación del Ministerio de Educación crecía muy poco, sólo 5% de lo presupuestado el año anterior, lo que suponía una contribución del 17 % para el mantenimiento de un organismo de su pertenencia, y que la Administración en conjunto hacía años que mantenía estancada su participación en la financiación del PJC en una tercera parte del monto total<sup>452</sup>. En

---

ingresos provenientes de las exacciones sólo podían ser gastados por los centros que hicieran investigaciones relacionadas con el sector industrial de donde procedían los ingresos.

<sup>451</sup> PJC CP 14-7-53.

<sup>452</sup> PJC JG 29-12-53.

tales circunstancias, Suanzes estimaba que, especialmente, los préstamos del INI para la planta de coquificación del I Carbón —evaluada en un coste de 40 millones de pts.—, y para el ITC Edificación —cinco millones de pts.—, estaban siendo la guindola, junto con los créditos del Instituto de Reconstrucción Nacional para el ITC Edificación, la subvención de cuatro millones de pts. de la Comisaría General de Abastecimientos para el I Grasa, el préstamo del Banco Hipotecario al ITC Edificación —siete millones de pts.— y el donativo de dos millones de la empresa Neumáticos Continental SA al D Plásticos, que mantenían a flote al Patronato<sup>453</sup>.

Los empréstitos parecían haber salvado la situación, pero en 1954 surgieron nuevos déficit a mediados del año. El ITC Edificación necesitó una aplicación del presupuesto de 6.290.255 pts., el I Electrónica de 3 millones de pts., el IH Acero de 1.290.000 pts., el ILT Quevedo de 5.570.000 pts., el Centro de Información y Documentación (CID) de 600.000 pts. y otros institutos pequeñas cantidades<sup>454</sup>. En un primer momento se intentó hacer frente al descubierto con el remanente de 11.763.459 pts. del ejercicio anterior<sup>455</sup>, pero ante la imposibilidad de cubrir toda la cantidad se acordaron suplementos a los presupuestos, destacando una aportación de la Comisaría General de Abastecimientos por 865.500 pts.<sup>456</sup> De esta forma 1954 se superó, pero las previsiones para 1955 eran desalentadoras.

El sueño de la autarquía basándose en la tecnología nacional se quebró en 1954. Suanzes se dio cuenta de ello. De nuevo expresó la falta de incremento en los presupuestos, incapaces de cubrir las necesidades de los proyectos de investigación. Algunos de los cuales se habían parado o aplazado.

*El ritmo de nuestro desenvolvimiento técnico está siendo constantemente frenado por el de nuestras posibilidades económicas, porque los recursos que se nos asignan crecen con extraordinaria lentitud. (...) los*

---

<sup>453</sup> PJC JG 29-12-53.

<sup>454</sup> PJC CP 22-7-54 y CP 20-10-54.

<sup>455</sup> PJC CP 22-7-54.

<sup>456</sup> PJC CP 3-12-54.

frenados anormales y artificiosos, por falta de recursos, para los normales desenvolvimientos, aparte de sus efectos directos, producen otros deprimentes y quizá más graves que se transmiten directamente a la organización.<sup>457</sup>

Inmediatamente después de esta reflexión entró en el tema de que el país estaba creciendo rápidamente, y que a ese ritmo no se podía esperar a que se generara la tecnología nacional suficiente. Suanzes no citó ni criticó la transferencia de tecnología, que evidentemente era ya la base del crecimiento industrial del momento, sólo pidió que la brecha entre la industria que iba a surgir y la investigación nacional no fuera desmedida.

*Está desarrollando el país, porque evidentemente es indispensable, un programa importante de transformación de su estructura económica que se realiza al ritmo de transformación más rápido que las circunstancias permiten. No puede este ritmo de transformación detenerse en espera de disponer de una investigación adecuada que guíe y conduzca, lo que sería ideal, pero debe tratar de disminuirse todo lo posible el paréntesis que establecemos entre dos actividades que debieran avanzar siempre estrechamente unidas, so pena de abrir entre ellas un abismo que, por insalvable, sería funesto para el país.*

*Se adivinan en plazo próximo perspectivas económicas del mayor interés [Suanzes cita la oferta de electricidad, acero y materias primas químicas] ¿Se comprende el handicap extraordinario que va a quedar establecido para nuestra investigación y el esfuerzo necesario para tratar de recuperar la distancia establecida? (...) el paulatino restablecimiento de la normalidad en el exterior representa para nosotros un retroceso en el camino emprendido. La investigación propia es muy cara, y la propia y la ajena efectuada en el país, si no está avalada por una experiencia o por el fetichismo de un nombre, se considera lógicamente peligrosa y además incómoda y molesta. Me es muy fácil justificar estas manifestaciones citando algunos ejemplos avalados por la experiencia. El INI, considerándolo como un deber, apoyado en un convencimiento, ha procurado utilizar siempre que le ha sido posible, la investigación propia o, en general la nacional en el desarrollo de sus creaciones y está en perfectas condiciones de apreciar las diferencias. ¿No es fácil imaginarse los riesgos, sinsabores, amarguras e inquietudes que, sin contrapartida aparente, ha tenido que producirle el desarrollo de los vehículos "Pegaso" proyectados en su CETA? (...) ¿Y las inquietudes del mismo tipo que ha de producirle el desenvolvimiento de la Empresa Nacional de Industrialización de Residuos Agrícolas con proyectos y patentes nacionales? Y, sin embargo, para ello fue creado el Centro de Investigaciones "Calvo Sotelo" que, a disposición de la técnica nacional, creo que puede prestar importantes servicios. E igual podría decirse de la Gestora de Piritas, que en sus laboratorios analiza con métodos propios las posibilidades de esa gran riqueza del país.*

---

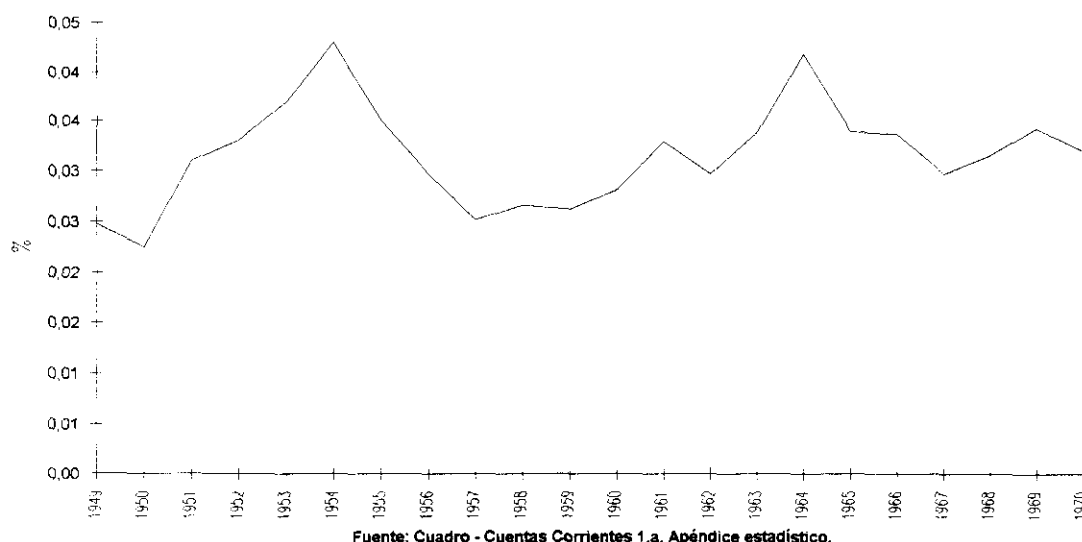
<sup>457</sup> CSIC, 1955, p. 26.

En todo caso la materia es de una gran complejidad, y por eso es el propio Estado el que, por superior conveniencia y en mayor escala, debe estimular y financiar el desenvolvimiento de una investigación nacional capaz de llegar a inspirar confianza en la industria. (...)

Si estamos obligados a adquirir en el exterior patentes y elementos para nuestro desenvolvimiento económico, aprendamos también la lección que de ello se deduce, especialmente en orden a las relaciones entre la investigación y la industria, poniendo aquélla por lo menos a la altura de ésta para hacer posible una unión fructífera e insustituible.<sup>458</sup>

Una aproximación al abismo que se abrió se refleja en el gráfico 4.6. Al poner en relación los ingresos del PJC y la Renta Nacional se obtiene una curva en la que nuevamente aparecen los picos de 1954 y 1964 —si se compara esta curva con la de la evolución de los ingresos totales del gráfico 4.2. se observará que marcan los mismos hitos, aunque sus tendencias no sean similares—. El valle entre los dos años reseñados es en cierta medida el abismo que pronosticara Suanzes en 1954.

**GRAFICO 4.6. Porcentaje que representan los ingresos del Patronato "Juan de la Cierva" con respecto a la Renta Nacional de España (1949-1970).**



<sup>458</sup> CSIC, 1955, pp. 26-28.

En el mes de marzo de 1955 el PJC iniciaba el descenso a su particular "abismo". Los descubiertos empezaron a aflorar en este mes cuando normalmente surgían a mediados del año. El INR Trabajo tenía un déficit de 109.893 pts. y había agotado su presupuesto. Su director, Fernández Avila, reclamaba acceder a las aportaciones industriales, ya que según él con la subvención del Ministerio de Educación Nacional el INR Trabajo estaba condenado a desaparecer.<sup>459</sup> A mediados del año las cuentas volvían a mostrar las dificultades por las que estaba pasando el Patronato. El ITC Edificación solicitó al PJC un millón de pts. para hacer frente al préstamo del INI, y las deudas del IN Electrónica crecieron hasta los 2.226.712 pts.<sup>460</sup> En octubre pensaban que la situación se había controlado, ya que el remanente del año anterior había sido superior al previsto en 9.013.484 pts. Por lo tanto, procedieron a las modificaciones del presupuesto según las peticiones y destinaron el resto, 5,7 millones de pts., a la partida de nuevos centros, que se había quedado sin fondos, pero al final hubo que hacer un suplemento al presupuesto de un millón de pts.<sup>461</sup> Nuevamente se solucionó la situación en el último momento, e incluso se pudo destinar algo a nuevas creaciones de institutos, pero el coste había sido más alto que una simple estabilización anual presupuestaria.

El PJC había sufrido lo que se podría calificar como "la crisis de los remanentes". Desde 1946 el Patronato había gozado de los remanentes que año tras año iban quedando. Ciertamente sus estimaciones presupuestarias al respecto nunca coincidieron con la realidad —véase el gráfico 4.7.—, pero la Comisión Permanente cuando se terminaba un ejercicio y quedaba un remanente se mostraba muy satisfecha. Desde 1950 esta partida habían descendido hasta desaparecer en los ejercicios de 1954 y 1955. El problema clave de esta consunción era que dejaba al PJC sin liquidez durante la primera mitad del año, hasta la llegada de los presupuestos

---

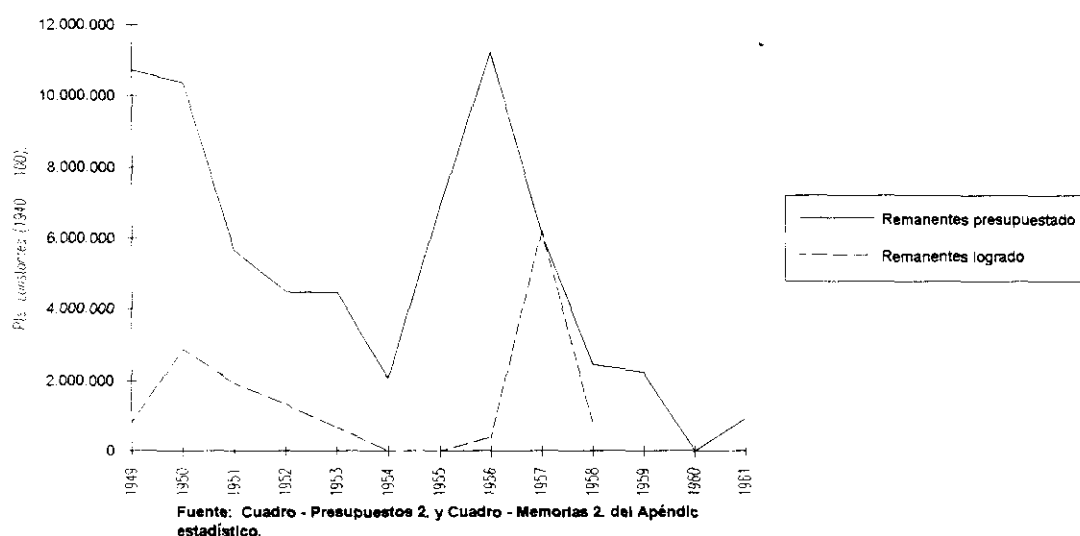
<sup>459</sup> PJC CP 17-3-55.

<sup>460</sup> PJC CP 15-6-55.

<sup>461</sup> PJC CP 15-6-55 y CP 18-11-55.

y la recaudación de las aportaciones industriales. El PJC reconoció a partir de 1956 que este sistema de mantener la liquidez se estaba acercando a su final, y fue bajando la cantidad de dinero presupuestado en esta partida. En 1957, año en el que se dio un remanente anormalmente elevado fruto de la cancelación de los programas de creación de nuevos centros —véase gráfico 4.7.—, lo presupuestado y lo logrado coincidieron, pero la caída del año siguiente confirmaban que los remanentes eran un punto de apoyo incierto y que por tanto, había que seguir con la política iniciada en 1956, de aumentar las partidas de gastos en los institutos que lo necesitaran con urgencia aunque se entrara en una situación deficitaria<sup>462</sup>.

**GRAFICO 4.7. Remanentes presupuestados y logrados del Patronato "Juan de la Cierva" (1949-1961).**



Volviendo atrás en el tiempo, y retomando la crónica de la crisis general de la institución en 1955, surgió un problema inédito hasta aquel año en el PJC. La Comisión Permanente informó que en la Organización Central los sueldos eran insuficientes y que, como en dicha sección la jornada era de siete horas, no les

<sup>462</sup> En 1956 se amplió la partida de gasto de los institutos en diez millones, en especial para el ITC Edificación (1,4 millones de pts.) y el IN Electrónica (2 millones de pts.) — PJC CP 18-5-56—.

quedaba tiempo a los empleados para trabajar en una segunda colocación<sup>463</sup>. Desde 1948 la plantilla y presupuesto de la Organización Central no habían aumentado, por ello se pidió una mejora de un 20 % de los jornales, así como una partida presupuestaria para atender las colaboraciones externas. Se estimó que con 2.379.640 pts. el problema quedaría resuelto<sup>464</sup>. El presupuesto de 1956 necesitó otras ampliaciones, 4.660.685 pts., para hacer frente a los créditos y cubrir el aumento del gasto en el IH Acero (1.250.000 pts. para investigación) y su Departamento de Metales (2.192.685 pts. para atender el curso de Introducción a la Investigación en coordinación con el INI y el *Batelle Memorial Institute* de EE.UU.<sup>465</sup>

La crisis de financiación seguía agudizándose —véase la curva de totales del gráfico 4.2.—. Sin poder aumentar las subvenciones, habiendo agotado los remanentes de años precedentes y teniendo que hacer frente al pago de los préstamos, concertados en 1953 y 1954, no quedaba más remedio que intentar aumentar las aportaciones industriales, o buscar subvenciones directas de la industria. Lo único que se logró fue que el Ministerio de Industria empezara a costear algunas investigaciones en el terreno de la química<sup>466</sup>. En tal situación los propios institutos empezaron a buscar fórmulas independientes. El I Soldadura propuso a la Comisión Permanente que se modificasen las normas del PJC del año 1954 sobre prestación de servicios a las empresas, con el objeto de que se suprimieran las limitaciones de porcentajes, pasando estos a fijarse según precios del mercado. Pero la Comisión era contraria a ello, ya que estimó "que sin perjuicio de que en cualquier momento pueda ser objeto de estudio una variación de los porcentajes fijados en las Normas, la aplicación del criterio que inspire la valoración de los trabajos realizados por los profesionales privadamente, no puede extenderse a un Instituto de investigación del

---

<sup>463</sup> PJC CP 9-11-55.

<sup>464</sup> PJC CP 21-9-56.

<sup>465</sup> PJC CP 21-9-56.

<sup>466</sup> PJC CP 30-11-56. Entre 1949 y 1959 el Ministerio de Industria concedió 7.973.995 pts.

Estado, por estar en completa contradicción con el espíritu que ha de informar el servicio que dichos Institutos está llamados a prestar."<sup>467</sup>

El PJC se encontraba en 1957 en uno de los peores momentos de su crisis financiera. En septiembre el suplemento necesario a los presupuestos ya se elevaba a 23.739.500 pts. —debidos en especial a los incrementos en los gastos de obras e instalaciones estimados en doce millones de pts.—<sup>468</sup>. La situación llegó al extremo de que Lora Tamayo propuso dos acciones. Una a corto plazo para encontrar liquidez, y otra a medio plazo de reorganización de la institución.

La primera consistía en solicitar al CSIC un crédito por un valor total de 22 millones de pts. para los años 1958 y 1959, con el objetivo de mantener "el normal crecimiento de los Institutos existentes, prácticamente interrumpido en los cinco últimos años", más un presupuesto extraordinario de 29 millones de pts. para "acometerse las obras e instalaciones que exigen los desarrollos y planes estudiados previamente por la Comisión Permanente."<sup>469</sup> De esta manera la crisis del PJC, que desde 1946 había defendido frente al CSIC que él era un Organismo Autónomo que formulaba sus presupuestos ante la Intervención General de la Administración del Estado, se quería extender al CSIC.

La segunda era un proyecto de planificación de la investigación a medio plazo para sustituir las directrices de 1946. Este proyecto se basaba en los estudios que cada instituto debía realizar con urgencia de las necesidades y situación de su personal, así como en el diseño de sus programas de investigación para los siguientes cinco años<sup>470</sup>. Lora Tamayo se había hecho con las riendas del PJC, a la vez que

---

<sup>467</sup> PJC CP 26-2-57.

<sup>468</sup> PJC CP 20-9-57.

<sup>469</sup> PJC JG 12-7-57.

<sup>470</sup> PJC JG 28-12-57.



ponía las bases para su recuperación<sup>471</sup>. Suanzes era retirado poco a poco de la planificación del PJC. Sus declaraciones al concluir la Junta de Gobierno de diciembre de 1957 demostraban que la crisis del PJC era también la crisis de su ideario.

Se ha llegado a la culminación de un proceso durante el que ha faltado la necesaria atención por parte de la Administración y de la industria misma, para que siguiera adelante el desarrollo previsto en los planes sistemáticamente seguidos de formación del personal en especialidades distintas y de cultivo posterior de estos especialistas en la amplia irradiación posible que ofrece.<sup>472</sup>

El momento culminante de la crisis llegó con la presentación de los presupuestos para 1958. El interventor Artiles definía así la situación:

es obligado aludir a lo que ya en los últimos años se expresaba acerca de la insuficiencia de medios económicos que sufre el PJC y destacar, serenamente y sin alarmismos, pero sí con sentido de la realidad, que el peligro de estancamiento y esterilidad a que entonces se hacía referencia, se producirá inevitablemente en fecha no lejana de no atenderse a la investigación en la forma que los imperativos actuales de la técnica, y de la misma vida, exigen.<sup>473</sup>

A Suanzes sólo le quedaba utilizar un último recurso: se dirigió personalmente a Franco para que el Gobierno otorgara un crédito extraordinario que permitiera "salir del colapso actual."<sup>474</sup> El Gobierno no era insensible a los problemas de la investigación aplicada de carácter industrial. De hecho, en 1958 nació la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT)<sup>475</sup>, que a partir de 1960 pasó a ser el organismo público que más subvencionó al PJC después del Ministerio de Educación<sup>476</sup>.

---

<sup>471</sup> Recuérdese que el Instituto de Química, dirigido por Lora Tamayo, se había integrado plenamente en el PJC en el año 1955.

<sup>472</sup> PJC JG 28-12-57.

<sup>473</sup> PJC JG 28-12-57.

<sup>474</sup> PJC JG 28-12-57.

<sup>475</sup> Braña, Buesa y Molero (1984), pp. 275 y 281-284.

<sup>476</sup> La CAICYT subvencionó al PJC aproximadamente con unos catorce millones anuales desde 1960 en adelante.

Por su parte, Lora Tamayo optó por seguir una política de austeridad, gracias a la cual se había conseguido recuperar los remanentes en 1957 —véase gráfico 4.7.—, aunque ello se logró impidiendo, entre otras cosas, que nacieran los institutos que tendrían que haber surgido de las CTE de Construcción Naval y de Embalajes<sup>477</sup>. Se puso toda la confianza en que la solución a la crisis presupuestaria vendría de la CAICYT. Pero al final de 1958 la situación no era halagüeña:

Prescindiendo de los institutos que se sostienen con recursos que pudieran llamarse propios, la situación general, la que se deriva fundamentalmente de la subvención del Ministerio de Educación Nacional, detracciones y recursos propios de la Organización Central, arroja un déficit de 2.835.738 pts., que unido al déficit probable con que cerrará 1958, 522.861 pts., da un total negativo al iniciar el Presupuesto de 3.358.599 pts.

Y se llega a él después de haber hecho fuertes reducciones en diversos conceptos (viajes, obras de conservación, becas, trabajos subvencionados, investigación pura, etc.).

Se acuerda asimismo suprimir por un mínimo de tres meses, a partir de 1º de Enero próximo, la asignación que venía concediéndose para trabajos subvencionados y, dentro del concepto general de ayuda a la investigación pura, para becas y gratificaciones a Profesores.<sup>478</sup>

Las restricciones llegaron incluso a dejar sin ayuda económica a los inventos de particulares presentados y aprobados por el PJC. Además, la ayuda que el PJC había dado durante años al CSIC, para la promoción de la investigación básica, había ido disminuyendo y terminó por desaparecer<sup>479</sup>. A pesar de todas estas restricciones el remanente de 1957 se consumió y el de 1958, que quedó en 8.420.052 pts., de los cuales tres millones eran de una ayuda especial concedida por el CSIC—, hubo de destinarse a obras urgentes<sup>480</sup>.

---

<sup>477</sup> PJC JG 15-7-58. Para 1959 el INR Trabajo había conseguido un millón y medio de pts. de RENFE con destino al futuro Instituto del Embalaje, pero como éste no nació se tuvo que renegociar el destino de la subvención para poder comprar material de laboratorio en otros institutos que pudieran hacer investigaciones relacionadas —PJC CP 27-7-59—.

<sup>478</sup> PJC CP 28-11-58.

<sup>479</sup> La primera reducción data de 1949 cuando se pasa de un millón y medio a un millón de pts —PJC JG 27-12-49—.

<sup>480</sup> PJC CP 7-4-59.

En 1959 a la situación de crisis, que venía arrojando el PJC, se unió el Plan de Estabilización, ante lo cual Lora Tamayo decidió paralizar cualquier plan de crecimiento del PJC e impedir el crecimiento de los proyectos que se sustentaban en el aumento de las aportaciones industriales —ahora por primera vez se denominaban exacciones, término más ajustado a la realidad—<sup>481</sup>. La política de Lora Tamayo produjo un bache final en la crisis —véase la línea de totales del gráfico 4.2.—, al que siguió la recuperación. Ya en la Junta de Gobierno de octubre de 1959 los síntomas de alivio empezaron a notarse. Las subvenciones provenientes del Ministerio de Gobernación y de la Presidencia del Gobierno, en especial de la CAICYT empezaron a crecer —véanse los gráficos 4.3. y 4.5.—, aunque en términos generales permanecía la situación de crisis. En la presentación de los presupuestos para 1960 el interventor Artilles volvía a sintetizar los apuros del momento para el PJC:

La actual tendencia general marcada con carácter restrictivo alcanza a este Organismo en una situación ya difícil por la estabilidad que han tenido las subvenciones que recibe, y esto que sería grave para cualquier entidad lo es más para las dedicadas a la investigación técnica que lleva en todo el mundo un ritmo aceleradamente creciente, con lo que se está produciendo un distanciamiento cada vez más difícil de acortar, aparte del peligro de malograr lo ya conseguido en personal y dotaciones, con la deserción del primero y la escasez y falta de actualidad para las últimas.<sup>482</sup>

La idea era la misma que la que Suanzes había expresado en 1954. A juicio de ambos, y con seis años de diferencia, se estaba produciendo un distanciamiento con respecto a la *norma internacional*. El riesgo de perder la inversión realizada en capital humano era el punto de no retorno para la institución, la confirmación de un fracaso. En ese momento se convocó la única Comisión Permanente que hubo<sup>483</sup>. A ella asistieron Soto, Albareda, Fernández Avila, Rius Miró, Lora Tamayo, Artilles y los directores de los institutos: V. Aleixandre, M. Espinosa, M. Estada, F. García del Cid, J. García Santesmases, V. Gómez Aranda, J.L. de la Ynfiesta, A. Lara, J.M. Martínez

---

<sup>481</sup> En palabras de Lora Tamayo: "las creaciones, reorganizaciones etc. (...) sufren actualmente una detención expectante sobre nuevos planes." —PJC JG 8-7-59—. Ver también PJC JG 26-11-59.

<sup>482</sup> PJC JG 26-11-59.

<sup>483</sup> PJC CP Especial 31-3-60.

Moreno, M. de Miró, J.M. Otero Navascués, J. Pascual, F. Pintado, E. Primo Yúfera, I. Dans, J.M. Sistiaga y E. Torroja. La ausencia de Suanzes es elocuente. Aquella Comisión especial significó el final de la parte científica y tecnológica del proyecto de industrialización encabezado por Suanzes. La decisión unánime fue que el PJC debía abrirse al exterior, a la sociedad y a los ámbitos donde la investigación no estaba valorada. Con esta decisión se abría un nuevo proyecto de institucionalización de la actividad científica que encabezaría Lora Tamayo, quien de secretario de Suanzes pasó a ser su "jefe" por partida doble, una como responsable del Ministerio de Educación y Ciencia entre 1962 y 1968, y otra como presidente del CSIC desde 1967. Suanzes permaneció como presidente hasta 1960, pero realmente había sido "depuesto" en 1960 a cambio de la institución del premio Suanzes de Investigación otorgado por el PJC.

Con la Comisión especial celebrada en 1960 concluye el ámbito de estudio de esta tesis. Entrar en el nuevo modelo, el de Lora Tamayo, queda para ulteriores investigaciones. Yo he expuesto en este capítulo el auge y la crisis del "modelo de Suanzes" desde la perspectiva de la financiación del PJC. En esta exposición he hecho referencias constantes a las llamadas, primero, aportaciones y ,más tarde, exacciones industriales. Además, he indicado que esta vía de financiación era la característica más notable del sistema dirigista en la ciencia; creo por ello que es necesario profundizar en su análisis, antes de analizar el "modelo de Suanzes" desde la perspectiva de la labor investigadora, es decir, comprobando si hubo o no un acercamiento tecnológico durante el período de auge del PJC.

#### 4.1.2 Las exacciones o aportaciones de la industria (1948-1970).

Las exacciones o aportaciones industriales fueron esenciales para el desarrollo del PJC. A lo largo del casi cuarto de siglo, que estuvieron en vigor, supusieron aproximadamente el cuarenta por ciento anual de la financiación del Patronato —véase el gráfico 4.1.—. Además, durante la crisis, descrita en el apartado anterior, fue la entrada de dinero que se mantuvo más estable —véase el gráfico 4.3.—. De hecho, tan sólo tuvo la caída, por otra parte lógica, de 1960, fruto del Plan de Estabilización.

Las exacciones nacieron a partir de la puesta en práctica de la Orden de Presidencia de Gobierno del 17 de marzo de 1946, que fijaba la obligatoriedad por parte de las industrias cementeras, siderometalúrgicas y de la minería del carbón de subvencionar al PJC a través de cánones establecidos sobre los precios, o sobre la producción del cemento, el carbón y los productos siderometalúrgicos<sup>484</sup>. Quedaba en manos del Ministerio de Industria la fijación de aquellos gravámenes sobre las industrias afectadas, así como la ampliación a nuevos sectores industriales y la designación de los órganos a través de los cuales se efectuaría el pago<sup>485</sup>. Las exacciones que se fijaron en 1946 fueron: el 1 % del importe de las facturaciones de las industrias del cemento, un céntimo por kg. de afino, un céntimo y medio por kg. de tocho y palanquilla de acero y dos céntimos por el kg. del resto de materiales laminados<sup>486</sup>, cuatro céntimos por m<sup>3</sup> de oxígeno vendido — en las industrias

---

<sup>484</sup> *Boletín Oficial*, núm. 76.

<sup>485</sup> Para el canon sobre el carbón se designó a la Comisión de Distribución del Carbón como el ente que gestionaría el pago a través del "Fondo de Estímulo". En el caso de la siderurgia sería la Central Siderúrgica de Ventas la encargada y para los cementeros la Agrupación de Industriales del Cemento —PJC CP 20-2-47—.

<sup>486</sup> Orden del catorce de marzo de 1946 de la Presidencia del Gobierno, *BOE*, núm. 76 (17-3-1946).

relacionadas con la soldadura—<sup>487</sup>, así como una tasa variable sobre las ventas del carbón<sup>488</sup>.

Las exacciones se revisaron en dos ocasiones: en 1954 y en 1960. En la primera las modificaciones fueron:

- Lingote de afino 12,5 pts. por Tm.
- Tocho y palanquilla de acero 18,75 pts. por Tm.
- Restantes materiales laminados 25 pts. por Tm.<sup>489</sup>
- Zinc 50 pts. por Tm. <sup>490</sup>
- Incremento en el canon sobre ventas de oxígeno. El canon de 0,057 pts. por m<sup>3</sup> de oxígeno se eleva a 0,07<sup>491</sup>.

Estos cánones estuvieron vigentes hasta 1960, año en el que se modificaron de la siguiente manera:

- Exacciones sobre ventas de productos siderúrgicos (0,5% del precio de venta en fábrica).
- Exacción sobre ventas o suministros de carbón y transporte del mismo (de una a cuatro pts. por tonelada, según se trate de carbones de clases diferentes, en las ventas; y el 5 % de los fletes).
- Exacción sobre ventas de cementos (0,75% del precio de venta en fábrica).
- Exacción sobre ventas de materiales, aparatos y accesorios para soldadura y técnicas afines (1% del precio de venta en fábrica).

---

<sup>487</sup> Resoluciones de la Secretaría General y Técnica del Ministerio de Industria y Comercio del siete de septiembre de 1945 y del uno de mayo de 1946 —CSIC (1947)—.

<sup>488</sup> Decreto el 25 de febrero de 1946 del Ministerio de Industria y Comercio, *Boletín Oficial*, núm. 60 (1-3-1946).

<sup>489</sup> PJC CP 26-3-54.

<sup>490</sup> PJC CP 14-5-54.

<sup>491</sup> PJC CP 14-5-54.

- Exacción sobre ventas de estaño, cinc, plomo y aluminio (0,5% del precio de venta en fábrica)<sup>492</sup>.

El convencimiento sobre la virtud de estas exacciones fue tan grande desde el principio, por parte de las autoridades del PJC, que el Presidente del Consejo de Administración del Instituto del Hierro (posteriormente IH Acero) opinó:

si en algún momento se estimara conveniente suprimir el actual carácter oficial de dichas aportaciones, la propia industria lo costearía por su cuenta por considerar a dicho Instituto, no como una carga sino como un organismo propio del que esperar beneficios.<sup>493</sup>

Se tardaron muchos años en estimar inconveniente este impuesto, de hecho se mantuvo hasta 1970, aunque ya a mediados de los años cincuenta las propias industrias protestaron. Pero, lo más interesante es que el sistema de exacciones que se planificó en 1946 no pudo expandirse. A los sectores que inicialmente sufrían el impuesto no se les pudo sumar ningún otro. Los intentos por lograr nuevas exacciones de la industria química y de la industria frigorífica —incluida toda la red de distribución de productos alimenticios que necesitaban cámaras frigoríficas— fueron inútiles. Tan sólo, a partir de 1953, se logró ampliar el impuesto que gravaba los productos siderúrgicos a todas las facturaciones metalúrgicas, pero esta ampliación realmente había sido pactada en 1946.

El peso de las exacciones lo sufrieron especialmente la siderurgia y la producción de cemento —véase el gráfico 4.8.—, hasta el punto de que de esta última procedieron las primeras quejas<sup>494</sup>. Pero esta apreciación es matizable, ya que se trata de una fuente de información de tipo fiscal, que encubre fenómenos de poder recaudatorio detrás de lo que aparentemente son fluctuaciones de la producción.

---

<sup>492</sup> Exacciones convalidadas por Decreto número 662 del 31 de marzo de 1960, *BOE* del 12-4-1960.

<sup>493</sup> PJC CP 10-7-47.

<sup>494</sup> En 1952 los fabricantes de Cementos naturales (cal, yeso y cementos) pidieron que se les dispensase de la aportación del 1 % de sus ventas —PJC CP 5-6-52—.

Teniendo en cuenta esta salvedad y aunque la presente tesis no tiene por objetivo un análisis de la actividad industrial, sin embargo el gráfico 4.8. sí que puede representar un cambio de modelo industrial que afectó a la financiación del PJC.

Dicho cambio tuvo tres protagonistas con sus respectivas tendencias. Por una parte el declive del carbón marcado por la caída continuada de las exacciones desde 1954. Esta declinación respondió muy posiblemente a la estabilización de la producción con la consiguiente pérdida de mercado frente al petróleo y la electricidad<sup>495</sup>. Representa el final de dos hechos: la primera revolución industrial y el abandono de la autarquía. Por otra parte está el empuje de la industria pesada, representado por la siderurgia y la producción cementera. El impulso fue notable a partir de 1960, de lo que se deduce que el PJC fundamentó el crecimiento de sus aportaciones industriales desde 1960 —véanse los gráficos 4.2. y 4.3.— en el crecimiento de la industria pesada —véase el gráfico 4.8.—<sup>496</sup>. Por último, aparece el lento crecimiento de sectores más modernos, como la metalurgia no siderúrgica y la industria de la soldadura —esta última a medio camino entre la química, la maquinaria eléctrica y la metalurgia—, que terminan en los años sesenta asumiendo el peso específico que el carbón tenía en el conjunto de las exacciones.

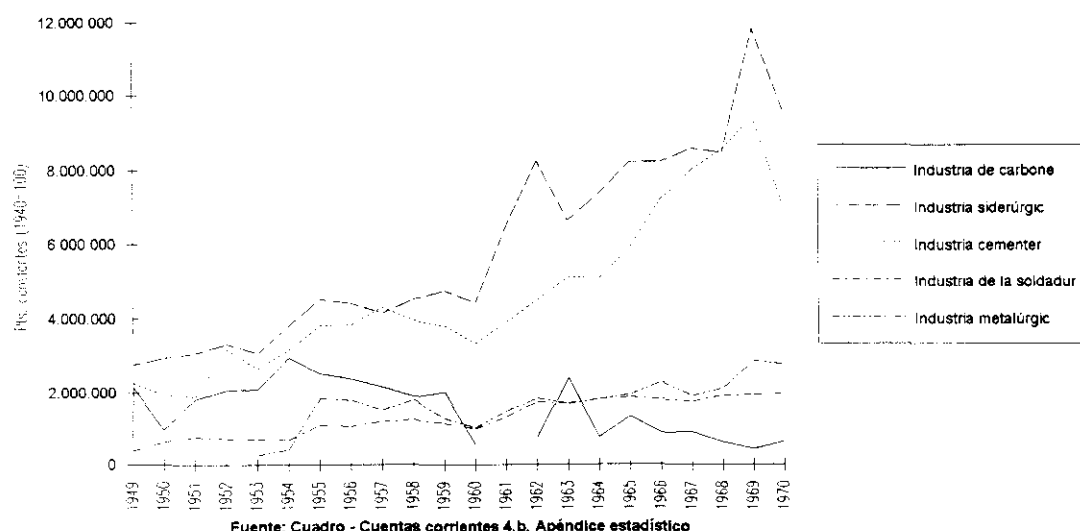
---

<sup>495</sup> Sudrià (1989), pp. 346 y 347.

<sup>496</sup> No puede olvidarse que en 1958 entran en producción los primeros altos hornos de ENSIDESA y que, desde 1960, esta empresa alcanza una significativa participación en la producción española de acero —Buesa (1982), pp. 290 y 291—.



**GRAFICO 4.8. Aportaciones (exacciones) industriales percibidas por el Patronato "Juan de la Cierva" (1949-1970).**



Ahora se puede matizar mejor la importancia de las aportaciones industriales en la crisis de los años cincuenta del Patronato. Las aportaciones industriales tuvieron un comportamiento estable durante la crisis, de forma que fue la única contribución que no coadyuvó, excepto en 1960, a la vicisitud financiera del PJC —véase el gráfico 4.3—. Pero, como ya se ha expuesto, detrás de esa estabilidad se dio un cambio en la composición de las aportaciones. En el gráfico 4.9. se muestra que de las cinco ramas industriales que soportaban las exacciones, sólo la minería del carbón entró en declive. Esto quiere decir que parte de las dificultades financieras del PJC se debían a su relación con el modelo de sustitución de importaciones encabezado por Suanzes. Lógicamente, la caída en las contribuciones del carbón no afectó por igual a todo el PJC, es más, perjudicó justamente al I Carbón. En 1950 se planteó en la Comisión Permanente la necesidad de buscar nuevas entradas de dinero para este instituto ante la bajada en la recaudación de 1949 —véase el gráfico 4.9—<sup>497</sup>. Se bosquejó la idea de pedir un préstamo al INI para la construcción de las instalaciones. La recuperación de las aportaciones en 1950 alivió la situación, pero un año después se volvieron a estabilizar. Estaba claro que si se quería construir el establecimiento semiindustrial de

<sup>497</sup> PJC JG 20-12-50.

coquificación se necesitaba un préstamo. En 1953 un decreto de la Presidencia de Gobierno unificó los cánones de la minería para poder alcanzar los 8,6 millones de pts. anuales que necesitaba el I Carbón para hacer frente a sus gastos y a un crédito. Con este dinero el Instituto pudo cubrir los intereses y la amortización por un valor aproximado de 3.455.000 pts. anuales devenidos del préstamo de 40 millones de pts. que se pidió al INI<sup>498</sup>.

Sin embargo, el descenso de las exacciones a partir de 1954 condujo a que el I Carbón tuviera cada vez menos dinero para sus investigaciones tras las amortizaciones. En 1959 un informe del IN Combustible indicaba que si no se aumentaba el canon sobre las industrias, o si la Comisión para la Distribución del Carbón no elevaba su subvención, entonces el IN Combustible tendría que cerrar su sección de Zaragoza y reducir personal<sup>499</sup>. El año siguiente el I Carbón fue ayudado por la susodicha comisión, lo que le permitió proseguir su actividad<sup>500</sup>.

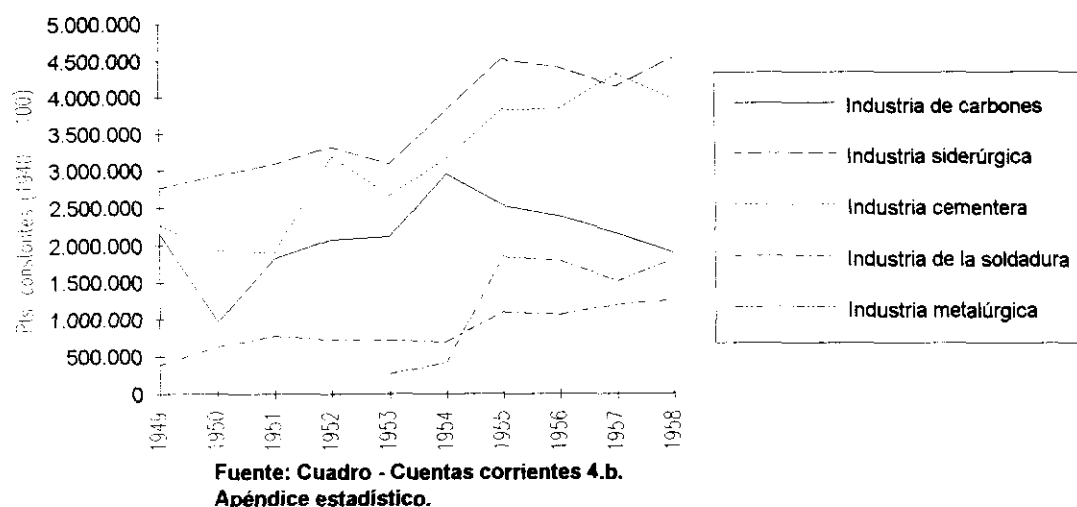
---

<sup>498</sup> PJC CP 16-7-53. El Decreto de la Presidencia del trece de mayo de 1953 fue reforzado poco después por una Orden Ministerial conjunta de los Ministerios de Industria y de Trabajo en la que se fijaban las normas complementarias.

<sup>499</sup> PJC CP 7-4-59.

<sup>500</sup> PJC CP 1-12-60.

**GRAFICO 4.9. Aportaciones (exacciones) industriales percibidas por el Patronato "Juan de la Cierva" (1949-1958).**



Si el I Carbón tuvo problemas, contando con la entrada de ingresos de las exacciones, los institutos que sólo disfrutaban de la subvención del Ministerio de Educación Nacional hubieron de afrontar la crisis en peores condiciones. Desde los primeros años las aportaciones industriales causaron una diferenciación de los institutos. Ya en 1948 surgieron los problemas de financiación de los laboratorios que no tenían ningún aporte directo de los cánones industriales. El agravio comparativo de la mayoría del PJC se planteaba contra el I Soldadura, el ITC Edificación, el IH Acero y el I Carbón, los cuales detraían la mayor parte de los ingresos de sus cánones dejando realmente poco para nuevas iniciativas y al desarrollo de los centros existentes<sup>501</sup>. En principio este agravio tenía fácil solución. Había que conseguir nuevos decretos ministeriales que obligasen a pagar a más sectores industriales, pero, como el sistema de los cánones no consiguió expandirse a otras ramas de actividad sucedió, que la brecha entre los pocos institutos que gozaban de esta financiación aumentó con respecto al resto, a la vez que los proyectos de constitución de nuevos centros de

<sup>501</sup> PJC JG 21 - 12 - 48.

investigación se paralizaron<sup>502</sup>. Las aportaciones eran un recurso al que legalmente el resto del PJC no podía acceder, pero como las reclamaciones aumentaban y no se obtenían aportaciones de nuevos sectores, se decidió que el CTA, la Junta de Gobierno, los alquileres, los cursos y conferencias, los premios, las delegaciones en el extranjero, las revistas, el INR Trabajo, las ayudas a la investigación pura y la edificación de la sede central pudieran utilizar el dinero de las exacciones<sup>503</sup>. Esta detracción incomodó a los institutos que perdían parte de su solvencia económica. Los directores del IH Acero y del I Soldadura se quejaron por escrito de la detracción del 20 % de sus ingresos, pero la Comisión les indicó que la decisión no se podía revocar<sup>504</sup>.

El problema clave no estuvo en el reparto de las exacciones, sino que fue la imposibilidad de implicar nuevos sectores industriales en el particular impuesto. Los primeros intentos a este respecto se dieron entre 1952 y 1953. Primero se concibió una exacción para que todas las industrias relacionadas con el frío industrial pagaran un canon. En los presupuestos de 1952 apareció esta provisión, pero en los de 1953 no, porque el fracaso en la recaudación había sido absoluto<sup>505</sup>. En una segunda tentativa, ya en 1953, se solicitó al Ministerio de Comercio que articulara una fórmula para que la industria de aceites y grasas tuviera un canon que permitiera subvencionar al I Grasa con 3 millones de pts anuales. La Comisión se quejó de que el ministro nunca contestara<sup>506</sup>. Lo cierto es que resultaba muy difícil aumentar el ámbito de una exacción que prometía retribuciones en forma de investigación, cuando empezaban a surgir las quejas allí donde se había implantado. Eso quería decir que el modelo no funcionaba bien, al menos para algunos. A mediados de 1952 los productores de cementos naturales pidieron no pagar el canon del 1 % , y alegaron

---

<sup>502</sup> PJC JG 27-12-49.

<sup>503</sup> Para permitir esta reasignación hubo que anunciarlo en el BOE núm. 57 del 26 de febrero de 1949. Los nuevos conceptos que fueron cubiertos por la detracción totalizaron una cantidad de 6.575.000 pts —PJC CP 31-3-49 y CP 16-5-49—.

<sup>504</sup> PJC CP 16-5-49 y CP 14-7-49.

<sup>505</sup> PJC JG 19-12-52.

<sup>506</sup> PJC CP 13-2-53.

dos motivos: primero, que otros productores de cemento no abonaban o abonaban menos de lo que debían, y segundo, que no estaban representados en el consejo del ITC Edificación<sup>507</sup>.

Después de cuatro años un nuevo intento de ampliar a otro sector las exacciones corrió peor suerte. Se habían realizado los estudios pertinentes para crear un instituto de construcciones navales, que debería estar financiado con subvenciones oficiales, pero también por cuotas sobre las materias primas y sobre las pólizas de fletamiento y seguros de los barcos<sup>508</sup>. El instituto no llegó a nacer.

Desde 1956 en adelante el PJC tuvo que defender su condición de Organismo Autónomo frente a las presiones de los órganos de la Administración que veían mal la existencia de tasas y exacciones parafiscales. En 1957 el anteproyecto de Ley de Régimen Jurídico de la Administración del Estado, en su artículo 18 indicaba, que por ninguna circular o instrucción se podían establecer exacciones, tasas o cánones, salvo en aquellos casos en que expresamente lo autorizara la futura Ley. Esto afectó directamente a los cánones sobre la industria que disfrutaba el PJC, de manera que éste presionó al CSIC para que obtuviera en las Cortes, donde tenía representación, una autorización expresa para mantener los cánones<sup>509</sup>. El PJC vio peligrar la continuidad de sus exacciones a lo largo de 1958 y 1959<sup>510</sup>. Por fin, en abril de 1960 un decreto convalidaba la exacciones parafiscales del PJC<sup>511</sup>. El sistema pervivió diez años más, pero tan estancado como desde el principio.

El procedimiento de exacciones resultaba injusto para muchas industrias. El gasto que debían efectuar en I+D era sobresaliente —entre un 0,5 y un 1 % de sus

---

<sup>507</sup> PJC CP 5-6-52 y CP 15-10-53.

<sup>508</sup> PJC JG 27-12-56.

<sup>509</sup> PJC CP 8-5-57.

<sup>510</sup> PJC JG 23-3-60.

<sup>511</sup> Decreto del 31 de marzo para Convalidación de Exacciones Parafiscales del PJC, BOE del 12 de abril de 1960.

ventas o producción— para aquellos años<sup>512</sup>. Además, esta "inversión" no tenía retornos. En realidad el dinero se utilizaba para estudiar proyectos que le interesaban al INI, de manera que se estaba produciendo una redistribución de la inversión privada hacia los programas tecnológicos del INI. El cuadro 4.1. muestra las cantidades aportadas por las principales empresas que pagaron las exacciones en el periodo 1949 - 1959. En todos los sectores donde el INI tenía industrias, éstas también participaron en la financiación del PJC a través de las exacciones.

Si el sistema pervivió tanto tiempo fue por dos motivos. Primero, porque al ser gestionadas las exacciones por entes corporativos (Comisión Reguladora del Carbón, Delegación del Gobierno en la industria del cemento, Central Siderúrgica de Ventas y Fondo Regulador de Precios del Estaño), el sistema recaudatorio no desaparecería hasta que no se anulasen este tipo de instituciones. Segundo, porque las empresas del INI, que eran las beneficiarias indirectas de la exacción, actuaban de aglutinantes a la hora de mantener la recaudación.

---

<sup>512</sup> Téngase en cuenta que en España sería en 1985 cuando los gastos intramuros en I+D en relación al PIB a precios de mercado alcanzarían el 0,53 % —INE (1988)—.

<b>CUADRO 4.1.</b>		
<b>Aportaciones de las empresas agrupadas por sectores 1949-1959 (pts. constantes 1940=100).</b>		
<b>Aportaciones Industria Carbones</b>		
	1949-1959	%
Comisión Reguladora del Carbón	23.001.377	99,64
Resto de empresas	74.204	0,32
Total	23.085.581	100,00
<b>Aportaciones de las empresas siderúrgicas</b>		
	1949-1959	%
Central Siderúrgica de Ventas	35.750.252	86,04
Altos Hornos de Vizcaya SA	820.899	1,98
Altos Hornos de Sagunto	280.378	0,67
Sociedad Metalúrgica Duro-Felguera	282.342	0,68
Resto de empresas	964.378	2,32
Empresa Nacional Siderúrgica SA	1.524.871	3,67
Empresa Nacional del Aluminio	303.186	0,73
Aluminio Español SA	149.429	0,36
Recaudaciones pendientes	204.806	0,49
Instituto del Hierro y el Acero	1.272.125	3,06
Total	41.552.665	100,00
<b>Aportaciones de las industrias cementeras</b>		
	1949-1959	%
Cía. General de Asfaltos Portland y Porcelanas Asiland	4.972.111	14,25
Cementos Rezola SA	2.190.804	6,28
Delegación del Gobierno en la industria del cemento	536.843	1,54
Cementos Cosmos	1.049.269	3,01
Portland Valderriva CMA	1.990.471	5,71
Cementos Portland SA	5.931.912	17,00
Sociedad Tudela Veguin. Oviedo	2.264.196	6,49
Cía. Valenciana de C. Portland	2.486.745	7,13
La Auxiliar de la Construcción	1.002.012	2,87
Cementos Alfa SA	1.147.369	3,29
Cementos Fradera	1.080.372	3,10
Soc. Portland Ibérica	551.780	1,58
Soc. Financiera y Minera	337.812	0,97
Resto de empresas	9.341.887	26,78
Total	34.883.582	100,00

<b>CUADRO 4.1. (continuación)</b>		
<b>Aportaciones de las empresas agrupadas por sectores 1949-1959 (pts. constantes 1940=100).</b>		
<b>Aportaciones de las industrias relacionadas con la soldadura</b>		
	1949-1959	%
Unión Carburos SA. Barcelona	264.668	1,46
L'Air Liquide SA	1.223.373	6,73
Sociedad Española de Carburos Metálicos	336.222	1,85
Talleres Unión. Madrid	410.151	2,26
Autógena Martínez SA	1.248.334	6,87
Sociedad Española de Oxígeno	581.187	3,20
Compañía Nacional de Oxígeno	297.727	1,64
Compañía Española de Industrias Electroquímicas	213.945	1,18
Hidro Nitro Española	95.518	0,53
Oxígeno y Suministros. Soldadura	107.599	0,59
Abelló Oxígeno Linde SA	121.088	0,67
Unión Española de Explosivos	3.938.171	21,67
Resto de empresas	9.333.235	51,36
Total	18.171.217	100,00

Aportaciones de las industrias de metales no férricos	1953-1959*	%
Empresa Nacional de Aluminio	2.323.018	26,00
Aluminio Español	786.574	8,80
Real Cia Asturiana de Minas	1.520.247	17,01
Central Estaño SA	256.032	2,87
Fondo Regulación Precios Plomo	3.686.461	41,25
Refinerías e Industrias Metalúrgicas	104.235	1,17
Electrometalúrgica del Agueda	50.858	0,57
Minero Metalúrgicas Estaño	48.337	0,54
Aleaciones Especiales Industria Gallega SA	24.372	0,27
Metalúrgica Química Industrial	9.484	0,11
Resto de empresas	126.285	1,41
<b>Total</b>	<b>8.935.904</b>	<b>100,00</b>
* Las aportaciones anteriores a 1953 eran incluidas en las de la siderurgia.		
Fuente: Cuentas corrientes por contraídos. Sección de Contabilidad del PJC (1949-1959).		



#### 4.1.3 Los "donativos" de las empresas.

Las exacciones no fueron el único método del que se sirvió el PJC para canalizar fondos privados hacia actividades de investigación pública. A través de los llamados "donativos" —el nombre exacto era "Fondo General de Donativos procedentes de las empresas adjudicatarias de bienes extranjeros expropiados por causas de seguridad nacional"— también se llevó a cabo una canalización, que al igual que el caso de las aportaciones, escondía una exacción, puesto que aproximadamente entre el 30 y el 40 %, dependiendo de los años, de estos donativos correspondía a unas tasas que ciertas empresas —las principales están citadas en el cuadro 4.2.— estaban obligas a pagar.

Esta tributación había surgido a finales de los años cuarenta, cuando se inició el proceso de expropiación de los bienes alemanes en España aduciendo causas de seguridad nacional. En 1950 la Comisión de Expropiación de Bienes Extranjeros, dependiente de la Dirección General de Política Económica, presentó la lista de expropiaciones susceptibles de ser compradas por otras empresas. A continuación, el Ministerio de Asuntos Exteriores anunció una serie de concursos de adjudicación de los bienes de las compañías alemanas expropiadas —normalmente sólo salían a licitación las acciones— para que fueran comprados por españoles. Entre las cláusulas de la compraventa figuraba una por la cual un tanto por ciento, a fijar en cada caso, de los beneficios que se fueran obteniendo de las nuevas acciones debía destinarse a financiar investigaciones del PJC<sup>513</sup>.

Entre 1950 y 1953 se firmaron una veintena de contratos entre las empresas beneficiarias de la expropiación y el PJC. En dichos contratos las aportaciones anuales oscilaban entre el medio millón y diez mil pts. Además, se fijaban diferentes

---

<sup>513</sup> PJC CP 18-1-50.

tasas sobre los beneficios venideros procedentes de las expropiaciones. En conjunto, la cifra resultante no era despreciable, así en 1953 se ingresaron 3.446.000 pts. El cuadro 4.2. muestra las principales empresas que pagaban el canon concertado.

CUADRO 4.2. Principales recaudaciones procedentes de la expropiación de bienes alemanes (pts. constantes 1940=100)		
	1951-1959	%
Siemens Industria Eléctrica SA	1.595.271	20,64
AEG Ibérica de Electricidad	2.158.988	27,94
Telefunken	77.649	1,00
Osram	1.339.247	17,33
Neumáticos Continental	622.427	8,05
Forjas Alcalá	371.492	4,81
Graficolor Harman	105.135	1,36
Neumáticos General SA	1.457.533	18,86
Total	7.727.742	100,00
Fuente: Cuentas corrientes por contraídos. Sección de Contabilidad del PJC (1951-1949).		

Resulta difícil dar una cifra exacta de las cantidades pagadas por dos motivos. Primero, porque no estoy seguro de haber encontrado todos los contratos. Segundo, porque la contabilidad de las *Cuentas corrientes por contraídos* no diferencia entre donativos y estos cánones y, además, entre 1954 y 1957 los apuntes en los libros de contabilidad son contradictorios, posiblemente porque hubo algunas devoluciones o revisiones de contratos. Sin embargo, el PJC era muy remiso a renegociar estos impuestos.

Desde 1953 algunas empresas pidieron que el canon sobre los beneficios se convirtiera en una cantidad fija, correspondiente a la cifra resultante de la aplicación del canon del primer año en que se pagó. La disputa del PJC con AEG y Osram fue muy significativa. Las empresas no querían pagar un impuesto, que ascendía a un 0,5 % de sus ventas, para apoyar a la investigación en el PJC. Entendían que ese mismo porcentaje aplicado a la renovación de maquinaria en sus plantas sería más beneficioso para el crecimiento económico. La contestación de la Comisión Permanente fue contundente. Primero, recordó a ambas firmas que existían unos

contratos del año 1950 en los que se había negociado un canon y no una cantidad fija. Segundo, señaló que el compromiso con las casas centrales alemanas por la asistencia técnica era mucho mayor, 3,5 % sobre las ventas en el caso de Osram, lo que a juicio de la Comisión Permanente demostraba que la inversión en investigación nacional era incuestionable<sup>514</sup>.

Otra forma de protesta la protagonizó Neumáticos Continental. Esta firma después de haber pagado 800.000 pts. en 1951 y 1.200.000 pts.<sup>515</sup> en 1952, propuso en 1953 dejar de pagar a Hacienda los impuestos correspondientes a las cantidades que consignaba al PJC. El Patronato entendía que esa decisión era un problema que afectaba a Hacienda y se desentendió. Pero al final se convirtió en un problema suyo. Continental, entendiendo que el "donativo" era en realidad un impuesto improcedente, ante la alternativa de pagar a Hacienda o al PJC decidió no ingresarlo en la cuenta del PJC. Y no es de extrañar su actitud dado que aquel sistema de financiación era un tanto perverso. Con el dinero de Continental se cubría la beca de J. Royo en la planta de Pirelli en Milán<sup>516</sup>.

En 1955 se unió a las protestas Siemens, que quiso revocar los acuerdos del 5 de julio de 1950 y permutar el canon por la Contribución de Utilidades. La empresa siguió pagando, pero en 1958 volvió a hacer la misma proposición, que volvió a desestimarse<sup>517</sup>. A esta protesta se unieron en 1960 Osram y AEG<sup>518</sup>. Sin embargo, estos "donativos" siguieron existiendo por lo menos hasta 1970.

---

<sup>514</sup> PJC CP 13-5-53.

<sup>515</sup> Estas cifras aparecen como apuntes en los libros de contabilidad, pero debieron ser pagados porque el PJC estuvo reclamando el pago de los cánones desde 1951 hasta 1955, año en el que Continental pagó 2,1 millones de pts. —PJC CP 18-11-55—, pero no figura apunte alguno en los libros de contabilidad en esas fechas.

<sup>516</sup> PJC CP 20-5-53.

<sup>517</sup> PJC CP 28-4-58.

<sup>518</sup> PJC CP 23-3-60 y CP 22-9-60.

Una vez conocido quién y cómo se financió el PJC, queda por saber cómo se gastaron los recursos obtenidos, es decir, cómo se repartieron los ingresos por áreas científicas e institutos.

## 4.2 Los gastos efectuados entre 1948 y 1958.

El análisis de los gastos del PJC no puede ser tan pormenorizado como el de los ingresos. La fuente utilizada en el apartado anterior, las *Cuentas corrientes por contraídos*, da una información muy agregada a este respecto. Hay que recurrir a los resúmenes de ingresos y gastos que aparecen en las *Memorias del Patronato* entre 1948 y 1958, año, este último, a partir del cual ya no se vuelven a presentar dichos extractos<sup>519</sup>. Sin embargo, esta fuente permite conocer cuáles fueron las principales partidas de gasto que el PJC realizó en su conjunto. Esta información se presenta en el gráfico 4.10.

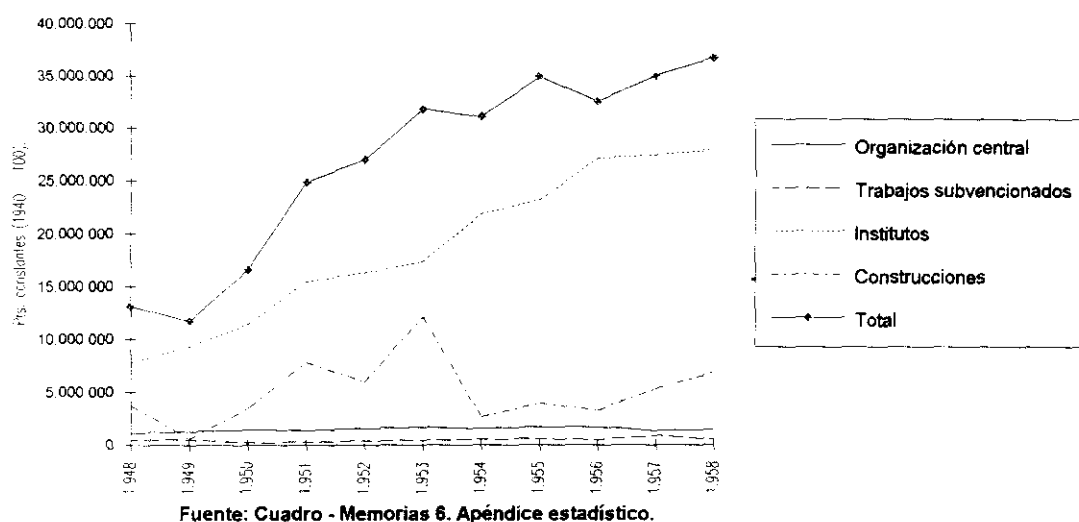
Lo primero que destaca es la fuerte tasa anual de crecimiento del gasto entre 1949 y 1951 (46,5 % de media). Este incremento en el gasto no vuelve a repetirse, hasta el punto de que la tasa media anual de crecimiento entre 1951 y 1958 es del 6 %. El fuerte aumento inicial del gasto, así como el de 1952-53 y 1956-58, estuvieron determinados por el esfuerzo realizado en construcciones. Se puede decir que eran las obras las que determinaban los tirones del gasto. Estos tirones fueron financiados gracias a los créditos de diferentes entidades públicas, tal como se ha visto en el apartado anterior al analizar los ingresos. Ahora bien, lo importante es saber si el gasto en construcción determinó la crisis de mediados de los cincuenta, y si coartó la evolución de la actividad en los institutos. Ambas cuestiones son en realidad la misma. Las fuertes inversiones en construcción del período 1951-1953 acabaron provocando la crisis de los remanentes, el endeudamiento con otras entidades públicas y, en términos generales, la escasez relativa de ingresos disponibles para la actividad científica de los institutos. Pero, la labor constructora no estuvo unida al estancamiento de los ingresos provenientes de las aportaciones industriales y de las subvenciones del Estado entre 1954 y 1960, es más, la construcción provocó la petición de

---

<sup>519</sup> Los datos pueden consultarse en los cuadros - Memorias 5, 6, 7, 8, 9 y 10 del Apéndice estadístico.

préstamos que fueron los causantes de la elevación de los ingresos en 1953 y 1954. Sin embargo, aunque la actividad constructora del PJC no provocó su crisis de ingresos, sí "desvió" cierta cantidad de dinero, que podría haberse utilizado para investigaciones, hacia la edificación.

**GRAFICO 4.10. Gastos realizados por el Patronato "Juan de la Cierva" entre 1948 y 1958. (Partidas ejecutadas).**



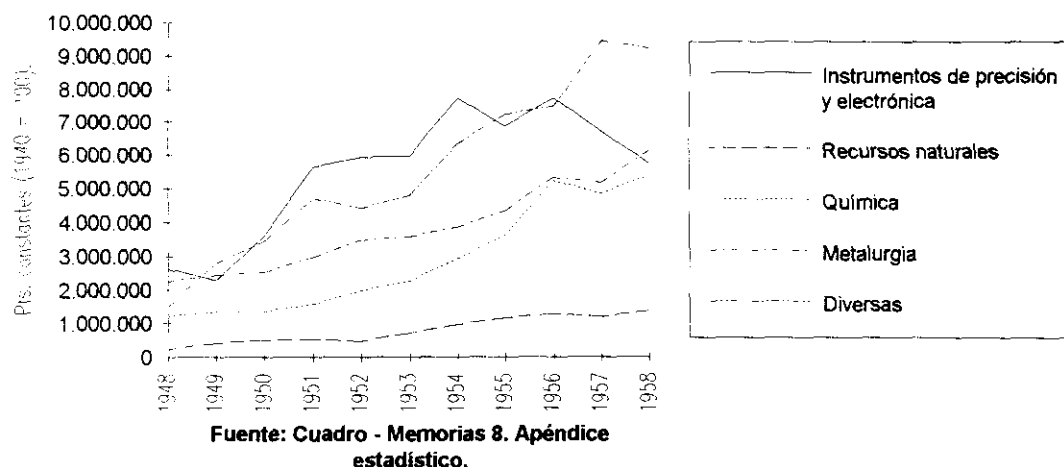
No obstante, hay que tener presente que sin edificios no puede haber investigación, pese a que siempre queda la duda de hasta qué punto los edificios que construyó el PJC eran demasiado costosos para su cometido. Pudiera ser que la sede central del PJC tuviera algo de faraónica, pero ésta se edificó a principios de los años sesenta —entre 1962 y 1965 con un coste de 94,4 millones de pts.—. Para el período de mediados de los años cincuenta lo que se construyeron fueron centros de investigación, que aún hoy siguen cumpliendo la misma función. Sin embargo, es innegable que los momentos de mayor crecimiento en la construcción coincidieron con los de menor desarrollo de la actividad de los institutos —véase el cuadro 4.5.—, pero de cualquier forma, la tendencia positiva del gasto de los institutos fue constante a lo largo del período 1948-1958 —véase gráfico 4.10—.

<b>CUADRO 4.5. Tasa de crecimiento anual del gasto de los institutos y en la construcción (1953-58).</b>		
Años	Institutos	Construcción
1952-53	6,56	103,36
1953-54	26,05	-77,76
1954-55	6,28	45,99
1955-56	16,63	-15,94
1956-57	1,31	61,03
1957-58	1,72	27,76
Fuente: Cuadro - Memorias 6. Apéndice estadístico.		

Un análisis detallado por campos de investigación e institutos revela, sin embargo, que esa tendencia no fue igual para todos. El gráfico 4.11. muestra la evolución de las diferentes áreas científicas del PJC. Se pueden hacer tres grupos por el gasto realizado:

- Instrumentos de precisión y electrónica junto con áreas diversas (edificación sobre todo),
- Química y metalurgia, y
- Recursos naturales

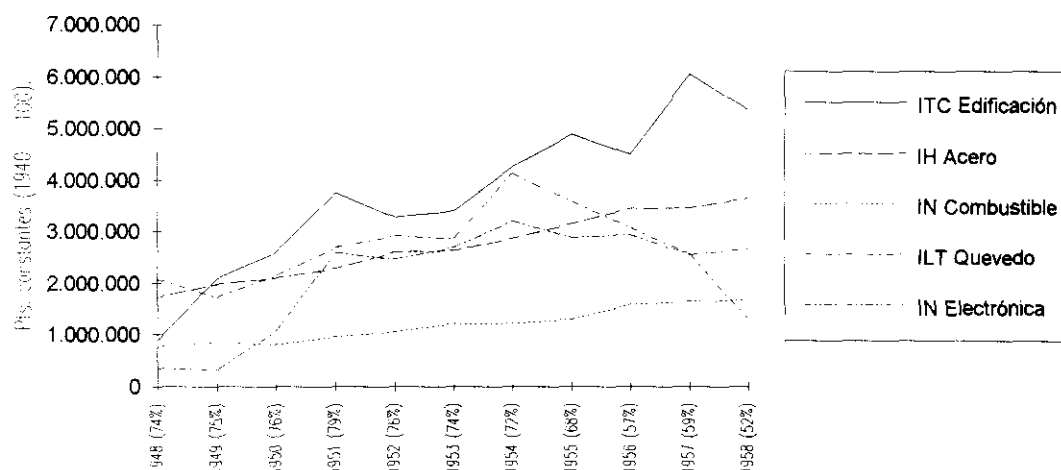
**GRAFICO 4.11. Gastos realizados por los institutos del Patronato "Juan de la Cierva" entre 1948 y 1958. AREAS DE INVESTIGACION.**



En el primer grupo mantuvo fuertes crecimientos entre 1948 y 1951, para luego estabilizarse y recuperarse en 1953. Sin embargo, a partir de 1954 la crisis en el área de instrumentos de precisión y electrónica fue palpable. Ninguna otra experimentó similar vicisitud; tan sólo la química y la metalurgia tuvieron una caída leve entre 1956 y 1957. Detrás de este comportamiento global hubo muy pocos protagonistas. De hecho, cinco centros de PJC —ITC Edificación, IN Combustible, IN Electrónica, IH Acero e ILT Quevedo— suponían casi el 70 % del gasto del total de los institutos en el período 1948-1958, son, por tanto, los que determinaron la evolución del PJC.



**GRAFICO 4.12. Gastos realizados por los principales institutos del Patronato "Juan de la Cierva" entre 1948 y 1958.**



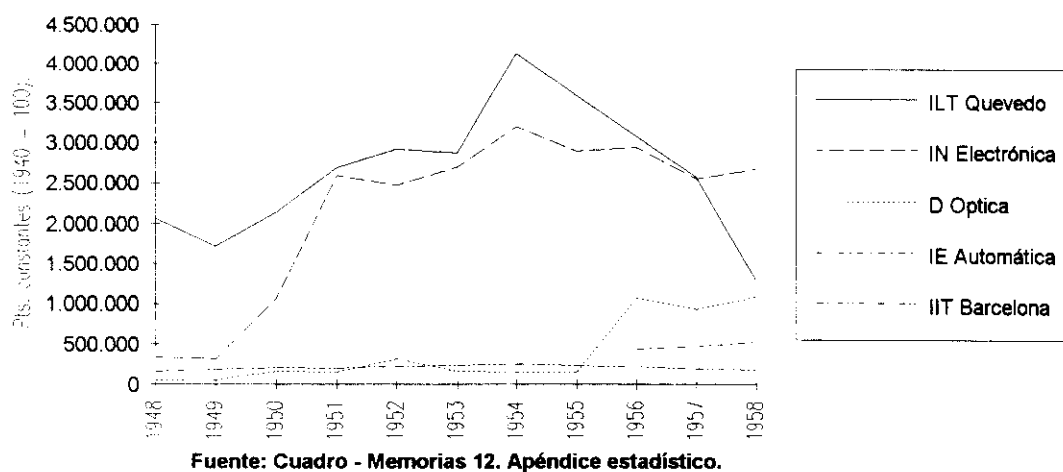
Fuente: Cuadro - Memorias 10. Apéndice estadístico.

En el gráfico 4.12. se ha expuesto la evolución de los gastos de estos laboratorios. Tienen en común que fueron los que percibieron mayor apoyo económico. El ITC Edificación disfrutó de la subvención de ocho millones de pts. anuales del Ministerio de Obras Públicas, a lo que se sumaron en 1953 los préstamos del Instituto de Crédito a la Reconstrucción Nacional (11, 9 millones de pts.) y del INI (5 millones de pts.). El IH Acero recibió la mayor parte de las exacciones industriales del sector de la siderometalurgia. El IN Combustible también gozó del apoyo del INI, bien a través del crédito al I Carbón (21,6 millones de pts. en 1954), bien por la coordinación del Centro de Investigación de ENCASO con el PJC, a esto se añadía el disfrute de la exacción sobre la minería del carbón. Por su parte, el IN Electrónica fue el que absorbió la ayuda económica de los ministerios militares —una media de 6 millones de pts. anuales desde 1951 en adelante—. Por último, el ILT Quevedo fue el que más apoyo tuvo del propio PJC, por tanto de la subvención del Ministerio de Educación Nacional. No obstante, se trataba del centro que generó mayores recursos propios con las ventas de pequeñas series de instrumental de laboratorio a la Administración. Pero, también fue el que más acusó la crisis de mediados de los años cincuenta. En relación a esto último, se puede apreciar en el gráfico 4.12. y siguientes (gráficos

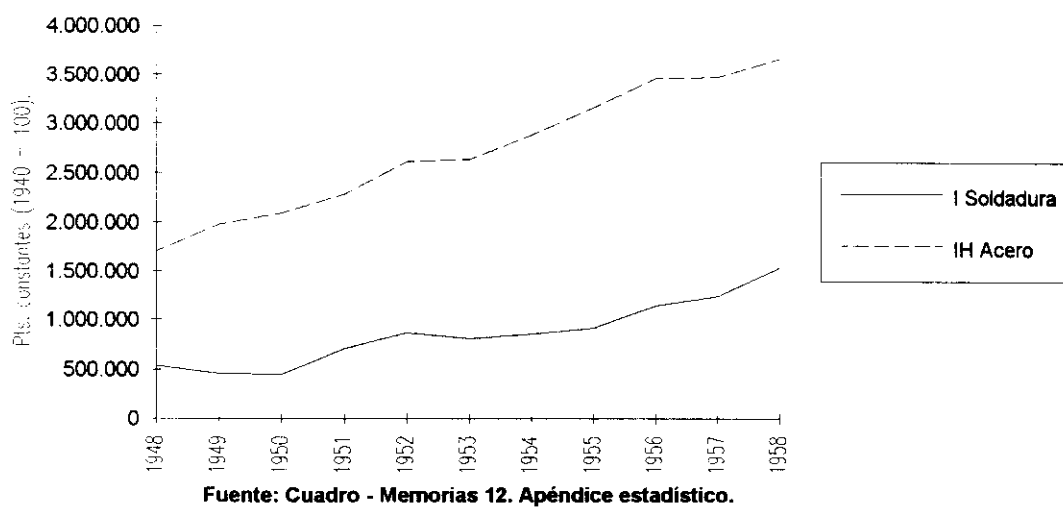
4.13., 4.14., 4.15., 4.16. y 4.17.), que fueron sólo dos los institutos que entraron en crisis a partir de 1954: ILT Quevedo y IN Electrónica.

Los gráficos que a continuación se presentan ponen en relación a los cinco institutos centrales del PJC con el resto de centros de la misma área científica en la que desarrollaban su actividad. Lo primero a destacar es la preponderancia de los cinco institutos ya citados. Luego, área a área se aprecian las trayectorias de cada instituto. En lo referente a los instrumentos de precisión y electrónica (gráfico 4.13.) destacaron la estabilidad en el gasto, muy reducido por cierto el del IIT Barcelona, así como la plena incorporación de la óptica y la automática a partir de 1955. En metalurgia (gráfico 4.14.) las tendencias de crecimiento se mantuvieron. En la química (gráfico 4.15.) se distinguió la rápida elevación en el gasto del IE Grasa —apoyado por la Comisaría General de Abastecimientos y Transportes con 3,9 millones de pts, entre 1953 y 1958— y el crecimiento sostenido de los otros cinco institutos, que hizo posible que el gasto en la química alcanzase al de metalurgia en 1956 —véase también el gráfico 4.11.—. Por su parte, los recursos naturales (gráfico 4.16.) tuvieron una escasa importancia, aunque el crecimiento del II Pesqueras, apoyándose en ayudas del CSIC, fue notable. Por último, entre los institutos englobados bajo el epígrafe de áreas diversas (gráfico 4.17.), destaca el ITC Edificación, que conservó a lo largo de los once años una participación del 20 % en el total de los gastos del conjunto de los institutos. A diferencia del otro gran centro de investigación de la primera época, me refiero al ILT Quevedo, el ITC Edificación no acusó la crisis de mediados de los cincuenta, aunque no volvió a tener las tasas de crecimiento que lograra entre 1948 y 1951.

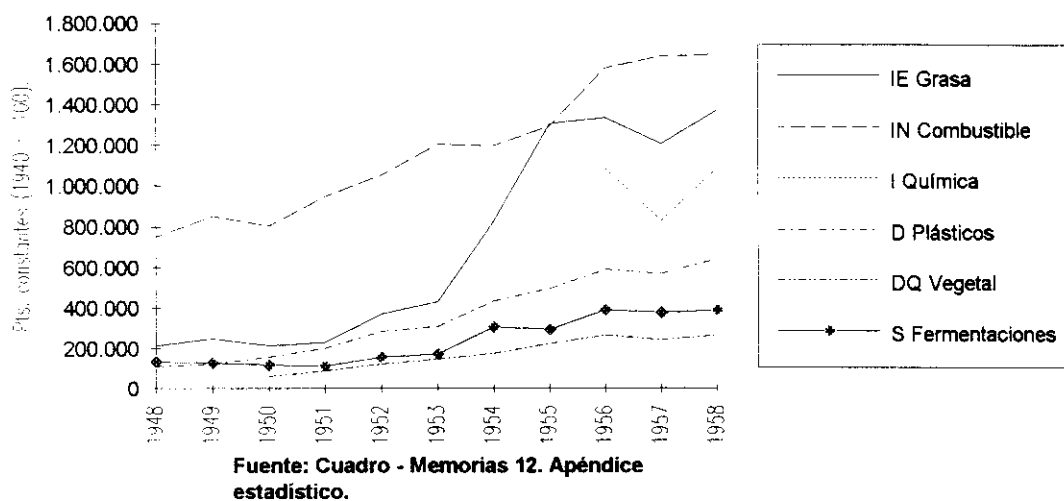
**GRAFICO 4.13. Gastos realizados por los institutos del Patronato "Juan de la Cierva" entre 1948 y 1958. INSTRUMENTOS DE PRECISION y ELECTRONICA.**



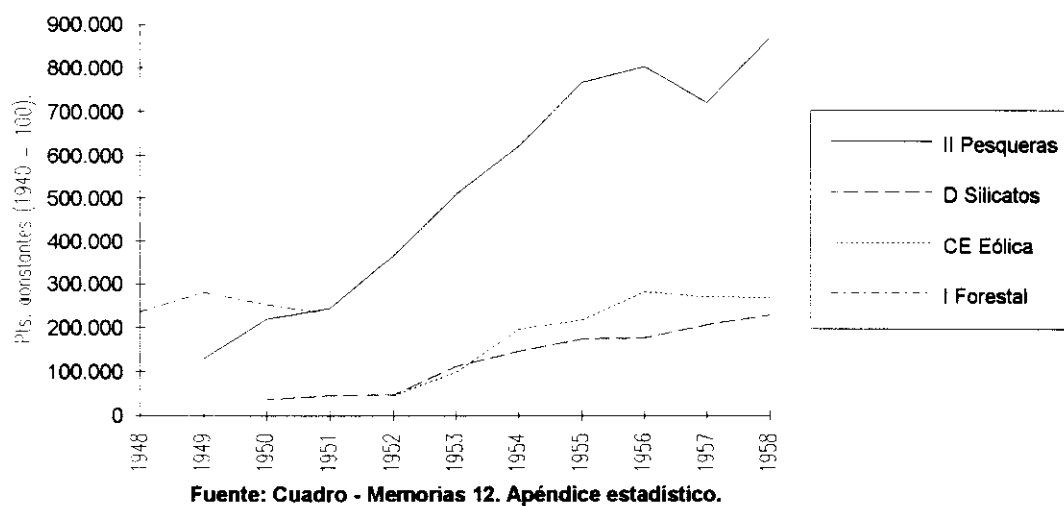
**GRAFICO 4.14. Gastos realizados por los institutos del Patronato "Juan de la Cierva" entre 1948 y 1958. METALURGIA.**



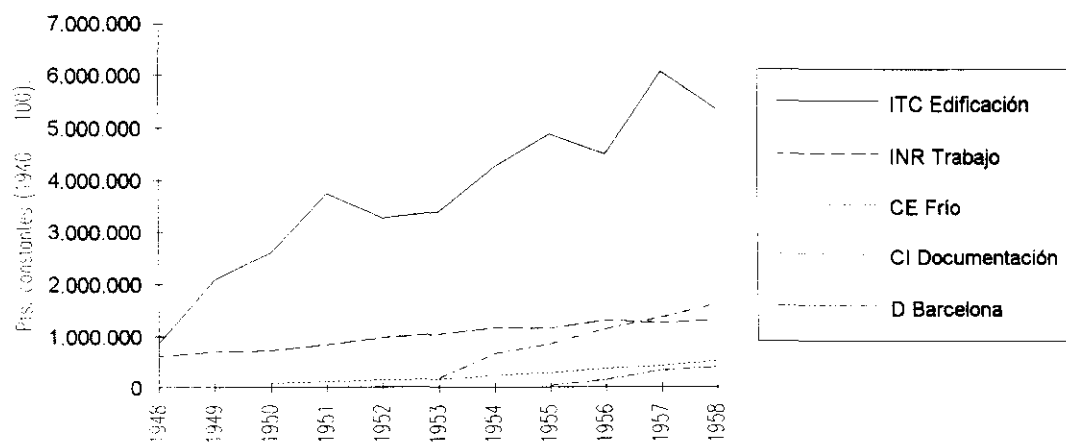
**GRAFICO 4.15. Gastos realizados por los institutos del Patronato "Juan de la Cierva" entre 1948 y 1958. QUIMICA.**



**GRAFICO 4.16. Gastos realizados por los institutos del Patronato "Juan de la Cierva" entre 1948 y 1958. RECURSOS NATURALES**



**GRAFICO 4.17. Gastos realizados por los institutos del Patronato "Juan de la Cierva" entre 1948 y 1958. AREAS DIVERSAS.**



Fuente: Cuadro - Memorias 12. Apéndice estadístico.

Los datos sobre los gastos de los institutos deben relacionarse con la actividad que desarrollaron y con los nexos de unión que tuvieron con la industria y el Estado, pero antes de entrar en estos dos temas queda por tratar una cuestión general al PJC: el personal.

### 4.3 El personal del PJC.

Carecemos de una fuente directa de información sobre efectivos humanos del PJC; tan sólo la publicación que el propio PJC realizara en 1971 sobre su historia, recoge algunas series de datos con respecto al personal<sup>520</sup>. Estas relaciones se han reproducido en los cuadros 4.6. y 4.7. A su vez, ambos cuadros dan origen a los gráficos 4.18. y 4.19.

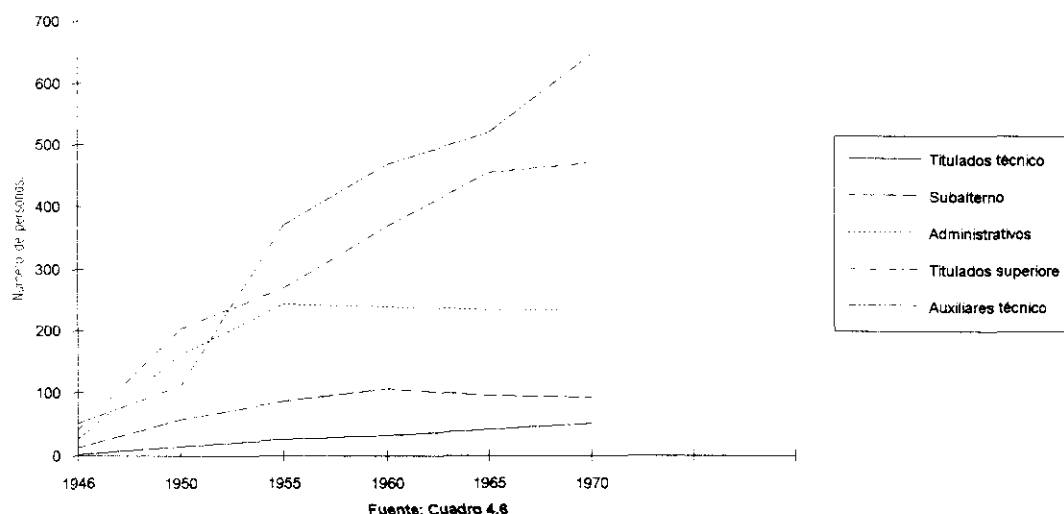
CUADRO 4.6.						
Variación según categorías del personal del Patronato "Juan de la Cierva" (1946-1970).						
Años	T. técnicos	Subalternos	Administrativos	T. superiores	Auxiliares	TOTAL
1946	2	12	26	40	50	130
1950	14	57	162	203	111	547
1955	26	87	243	269	370	995
1960	32	106	239	368	468	1213
1965	41	95	233	455	520	1344
1970	51	93	232	471	647	1494

Fuente: CSIC (1971), p. 45.

En el gráfico 4.18. se puede apreciar dos fenómenos interesantes: primero, la preponderancia que alcanzan los titulados superiores entre 1947 y 1952 sobre el resto de las categorías, y segundo, la estabilidad del PJC a partir de 1955-56 con respecto al personal administrativo, técnicos y subalternos, de modo que desde esos años el PJC puede considerarse que ha llegado a una madurez en su organización. Como desde 1956 en adelante sólo crecen significativamente los auxiliares técnicos y el personal con título superior, es admisible pensar en una "capitalización humana" de la actividad investigadora en la institución, determinada por un aumento de la relación investigadores / administrativos en favor de los primeros.

<sup>520</sup> CSIC (1971), pp. 41-47. Con respecto a estos problemas véase el apéndice dedicado al comentario de las fuentes.

**GRAFICO 4.18. Variación según categorías del personal del Patronato "Juan de la Cierva" (1946-1970).**



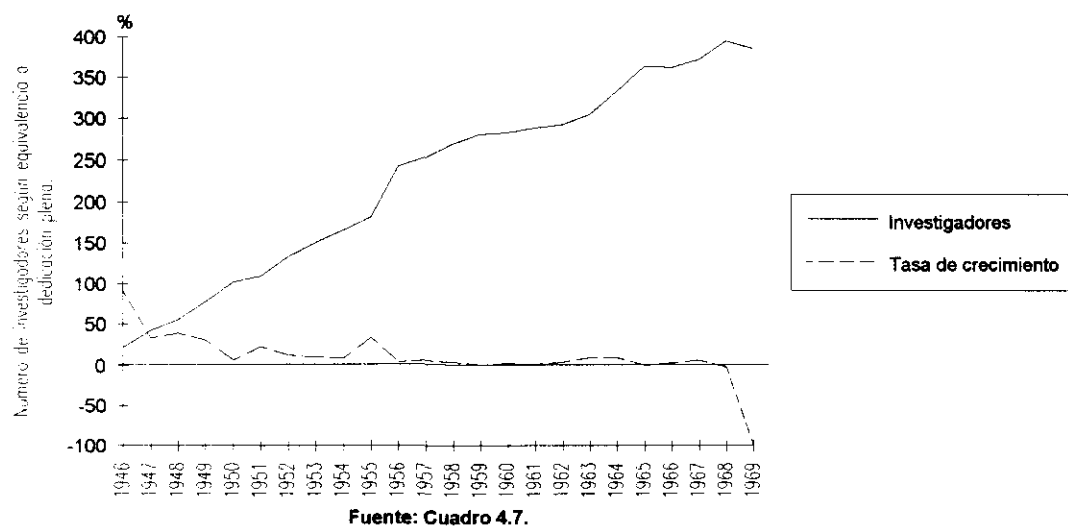
Sin lugar a dudas el incremento constante del personal investigador caracterizó la evolución del PJC hasta 1959, aunque año tras año se iba perdiendo la fuerza inicial. El gráfico 4.19. refleja ambos procesos. Al menos hasta 1954 el PJC creció, en lo referente al personal investigador, a unas tasas muy altas, pasando de 22 investigadores (EDP<sup>521</sup>) en 1946 a 166 en 1954. El incremento en 1955, apreciable en el gráfico 4.19., fue debido a la absorción de los institutos de Química, Óptica y Electricidad del CSIC. Una vez asimilados los científicos procedentes de estos centros se abrió desde 1958 una fase de crecimiento inferior pero sostenido, que duraría hasta 1963. En realidad esta desaceleración habría empezado uno o dos años antes, aunque quedó encubierta por la absorción de los institutos del CSIC ya citados. Ciertamente la crisis del PJC de mediados de los años cincuenta no afectó en exceso a la evolución en el número de los investigadores, pero la disminución en su tasa de crecimiento entre 1957 y 1963, consignada en el cuadro 4.7. es observable —véase gráfico 4.19.—.

<sup>521</sup> Datos en Equivalencia a Dedicación Plena. El texto de referencia —CSIC (1971)— no señala que los datos estén dados en EDP, pero al cruzar informaciones sueltas que he encontrado en otras fuentes es lógico que así sea, porque de lo contrario el número de investigadores que da el CSIC para el PJC sería muy bajo, aproximadamente un 50 %.

<b>CUADRO 4.7.</b>			
<b>Personal investigador del Patronato "Juan de la Cierva" (1946-1969)</b>			
Años	Investigadores*	Tasa de crecimiento	% de investigadores sobre el total
1946	22	90,91	16,92
1947	42	33,33	
1948	56	39,29	
1949	78	30,77	
1950	102	6,86	18,65
1951	109	22,94	
1952	134	12,69	
1953	151	9,93	
1954	166	9,64	18,29
1955	182	33,52	
1956	243	4,53	
1957	254	6,30	
1958	270	4,07	23,25
1959	281	0,36	
1960	282	2,13	
1961	288	1,39	
1962	292	4,11	27,01
1963	304	9,54	
1964	333	9,01	
1965	363	-0,28	
1966	362	2,76	
1967	372	6,18	
1968	395	-2,53	
1969	385	-100,00	

\* = Equivalencia a dedicación plena.  
Fuente: CSIC (1971), p. 46.

**GRAFICO 4.19. Personal investigador del Patronato "Juan de la Cierva" y su tasa de crecimiento (1946-1969).**





Dada la falta de datos de personal por institutos poco más se puede aportar con las fuentes secundarias utilizadas, sin embargo, existen ciertas contradicciones con estudios precedentes sobre el CSIC. P. González Blasco, J. Jiménez Blanco y J.M. López Piñero señalan que en 1955 había 157 investigadores en el CSIC<sup>522</sup>, pero, tan sólo en el PJC su número ascendía a 182 (EDP)<sup>523</sup>, de lo que se deduce que estos autores no tuvieron en consideración al personal del PJC en su estudio, aunque incluían al PJC en el resto de análisis del CSIC. Este olvido no tendría mayor repercusión a no ser porque la media de investigadores por centro en 1955 que presentan González Blasco, Jiménez Blanco y López Piñero, es de 2,9 investigadores, mientras que el mismo cálculo para el PJC en 1954 —he elegido este año para no desvirtuar el resultado con la entrada de los tres institutos del CSIC al año siguiente— es de 7,9 investigadores, cifra mucho más cercana al número de diez, que es el considerado internacionalmente como mínimo para una unidad de investigación. Estos autores inciden sobre la productividad científica del CSIC señalando, que con una producción anual de 1,41 artículos de revistas en publicaciones nacionales, se estaba lejos de la media internacional. Ello es cierto, e incluso esa media para el PJC es menor, ya que se sitúa en 0,92 artículos, pero medir la productividad de un centro de investigación aplicada por la producción de artículos científicos es, cuando menos, insuficiente. En resumen, el panorama que sobre la ciencia española dieron en su día González Blasco, Jiménez Blanco y López Piñero, una visión que por cierto se transmite a las introducciones de los libros que analizan la industrialización en los años cuarenta y cincuenta, es incompleta.

Las diferencias entre el CSIC y el PJC con respecto al personal fueron notables. Tal vez sea en el aspecto de las retribuciones de los empleados donde ello

---

<sup>522</sup> González Blasco, Jiménez Blanco, López Piñero, (1979), pp. 132 y ss.

<sup>523</sup> En 1955 el personal del PJC sumaba 1.112 personas, divididas en las siguientes cantidades y categorías: 312 investigadores, 245 ayudantes y auxiliares técnicos, 271 administrativos y 284 subalternos y obreros —CSIC (1955b), 18 y ss.—.

fue más notorio. El PJC tenía que competir con las empresas para poder mantener su plantilla, sin embargo, los investigadores del resto del CSIC, en especial los de ciencias sociales, tenían pocas posibilidades de colocarse fuera del Consejo o la Universidad, ello forzó a incrementar las remuneraciones en el Patronato por encima de los sueldos del CSIC e incluso de la media de los funcionarios de similar categoría, lo que creaba serios agravios comparativos con el resto de los investigadores del CSIC<sup>524</sup>. Hubo cierta oposición dentro de la Junta de Gobierno a adoptar retribuciones especiales para los miembros del PJC —J.M. Fernández Ladreda (ministro de Obras Públicas entre 1945 y 1951) en la Junta de julio del año 1946 advertía de los riesgos de la medida—, pero desde 1947 era norma pagar un sueldo bruto equivalente al líquido de la privada y además diversas gratificaciones especiales que convertían la retribución total en un sueldo competitivo en el mercado<sup>525</sup>. Las diferencias con respecto al CSIC llegaron a ser muy notables a principios de los años cincuenta, hasta el punto de que el Consejo Nacional de Física (CNF), donde coincidían varios directores de institutos tanto del CSIC como del PJC, emitió un informe en el que se destacaba la "diferencia alarmante de remuneraciones que existe entre los investigadores físicos que trabajan en los institutos de ciencia pura y los que lo hacen en los ciencia aplicada."<sup>526</sup> Se señalaba que en los centros de investigación básica la retribución era tan baja que no había personal suficiente para cubrir las necesidades. El CNF apuntaba que el problema también existía en la química y la biología, y llegaba a la conclusión de que parecía "evidente que siendo Institutos de un mismo Consejo, y tratando de facetas de una misma materia, deberían contar con posibilidades equivalentes en principio."<sup>527</sup> Por su parte la CP del PJC arremetió contra el informe del CNF:

---

<sup>524</sup> Así por ejemplo en 1953 se propone que se aumente el sueldo del director del I Soldadura "para sustraerlo de la industria privada y exigirle una dedicación de jornada completa a las tareas del Instituto."

—PJC CP 14-7-53—.

<sup>525</sup> PJC CP 16-4-47.

<sup>526</sup> PJC CP 10-4-53.

<sup>527</sup> PJC CP 10-4-53.

La Comisión no oculta su extrañeza de que por un Consejo, en el que,..., figuran personas que forman parte de organizaciones diversas del PJC se pueda ignorar que varios Institutos de éste reciben aportaciones distintas de las del Presupuesto General de Educación Nacional, con expresa aplicación a sus fines propios. (...) La Comisión desea recordar, por último, que de las cantidades que, a través de la industria, perciben algunos Institutos del PJC, se hace una detracción que viene a incrementar los ingresos regulares de éste, permitiendo con ello una contribución directa a la Ciencia Pura, directamente en forma de gratificación supletoria [un millón de pts. anualmente], o indirectamente, mediante la subvención de trabajos y aún de departamentos [D Optica un millón y IE Automática dos millones de pts.].<sup>528</sup>

Otro aspecto que diferenció al PJC del CSIC, en cuanto al personal se refiere, fue la contratación de extranjeros, especialmente alemanes que preferían ir a los países que se habían mantenido neutrales, como España o Turquía, hasta que la situación se normalizase en su patria<sup>529</sup>. El PJC tuvo siempre entre sus directrices la incorporación de expertos de países industrialmente más avanzados para formar escuela y acelerar el proceso de acercamiento tecnológico<sup>530</sup>. Realmente esta política sólo fue efectiva en el IN Electrónica y significativa en el I Soldadura, en el D Optica y en el CI Documentación. De cualquier forma, las primeras colaboraciones de extranjeros se dieron en el ITC Edificación donde se incorporó temporalmente el ingeniero suizo J.P. Daxelhfer<sup>531</sup>. Mucho más estable fue el trabajo de Hans Juretschke, quien primero se encargó de la Sección Técnica de la Secretaría y, años más tarde, del CI Documentación<sup>532</sup>.

---

<sup>528</sup> PJC CP 10-4-53.

<sup>529</sup> España a principios de los años treinta no se pudo beneficiar de la primera oleada de científicos e intelectuales alemanes contrarios al nacionalsocialismo. Aunque hubo intentos por parte de los grandes científicos alemanes por colocar en España a algunos de sus discípulos lo cierto es que la guerra civil truncó las expectativas —Glick (1986), pp. 283 y ss.— Turquía tuvo mucha más suerte tanto en los años treinta como después a la hora de recibir médicos, abogados, científicos, lingüistas y funcionarios, hasta el punto de que, según F. Neumark en su obra *Refugio en el Bósforo* —Neumark (1980)—, la influencia de aquellas personas fue extensa y profunda y ayudó a afianzar el proceso de modernización iniciado en 1923 por Kemal Atatürk.

<sup>530</sup> La *Memoria* de 1946 exponía: "La investigación es función de hombres preparados para ella y hay que reconocer que existe entre nosotros escasez de elementos con la debida formación para iniciar la empresa. No puede el Patronato detenerse por esta causa y entiende que su deber en tal coyuntura es el de promover las necesarias formaciones, organizando la salida al exterior hacia centros especializados de científicos e ingenieros, así como la incorporación, por período de tiempo conveniente, de especialistas de otros países que puedan en su caso crear la escuela que necesitamos" —CSIC, 1947, pp. 13-14—.

<sup>531</sup> PJC JG 11-12-45.

<sup>532</sup> PJC CP 16-4-47.

A partir de 1949 la contratación de personal extranjero se convirtió en una constante de algunos institutos. El ILT Quevedo se sirvió del ingeniero Fritz Ludwig Hermann Tillack, para mejorar la sección de instrumentos electromecánicos de precisión de alta y baja frecuencia<sup>533</sup>. Mucho más importante fue el compromiso por parte de F. Weidert, fundador del Instituto de Optica de Alemania con sede en el Politécnico de Berlín-Charlottenburg, de aceptar la invitación del CSIC de trasladarse a España para continuar sus investigaciones en óptica técnica<sup>534</sup>. Este golpe de efecto protagonizado por Otero Navascués reforzaba la presencia de la óptica en el PJC, ya que Weidert sería el encargado del D Optica. No obstante, los contratos más importantes fueron para el equipo de ingenieros alemanes que habían participado de forma decisiva en las investigaciones sobre radares durante la Segunda Guerra Mundial en Alemania. Para su contratación se aumentó en 1949 la dotación del IN Electrónica en dos millones de pts, con el objetivo de proveer de material al Instituto y hacer frente a las remuneraciones especiales que recibirían los investigadores alemanes<sup>535</sup>. Los contratos con estos científicos empezaron a firmarse en 1950. Primero fueron Fritz Kallies, Erich Keller y Adolf-Echard Hoffman-Heyden<sup>536</sup>. A mediados del año se cerraron los acuerdos con Richard Schaefer, Joseph Diels y W. Ruppel<sup>537</sup>. Con estos seis investigadores el IN Electrónica se convirtió en un centro de primer orden mundial en los temas de radares y radiofrecuencia. La contratación individual más importante de un científico se realizó con Alexander Matting, director de la *Technische Hochschule* de Hannover, a quien se le encargó que organizara las líneas de investigación del I Soldadura<sup>538</sup>.

---

<sup>533</sup> En el contrato de Tillack se fijaba un sueldo mensual de 4.500 pts. —PJC JG 27-12-49 y CP 5-10-49—. También en el ILT Quevedo trabajó Fedor Goldis, quien en 1951 realizó un memoria en la que instaba a los responsables de la política industrial a copiar las técnicas noruegas de producción de hierro bruto a partir de piritas —Goldis (1951) y Buesa (1982), p. 286—.

<sup>534</sup> PJC CP 5-10-49.

<sup>535</sup> PJC JG 27-12-49.

<sup>536</sup> Los dos primeros tenían un sueldo mensual de 4.500 pts. más dos pagas extraordinarias, y el tercero 5.200 pts de sueldo mensual y dos pagas extraordinarias —PJC CP 15-2-50—.

<sup>537</sup> Estos tres percibían aproximadamente cada uno 5.000 pts. mensuales, dos pagas, un subsidio de 3000 pts. y una vivienda —PJC CP 27-6-50—.

<sup>538</sup> El contrato Matting era por cinco años a 8.000 pts mensuales, más dos pagas y una gratificación mensual de 1.500 para la vivienda —PJC CP 24-7-50—.

Estos científicos de primer orden, no llegaron solos. Una vez instalados pidieron al PJC que facilitase la venida de algunos de sus colaboradores y ayudantes, como así sucedió con los casos de Hans-Karl Fuchs, Fritz Wächter y Fritz Schöter<sup>539</sup>. Sin embargo, al inicio de 1952 empezaron a manifestar su deseo de suspender sus contratos que tenían una duración de cinco años. El primero fue Matting, quien anhelaba reincorporarse a su cátedra en Alemania y la dirección de la *Technische Hochschule* de Hannover. También alguno de los extranjeros del IN Electrónica anunciaron que querían volver a su patria<sup>540</sup>. Estos retornos, fruto de la normalización de la situación alemana, tuvieron, no obstante la ventaja de abrir las puertas a los becarios españoles en centros como la Escuela Técnica Superior de Braunschweig y el *Institut für Werkstoffkunde* de la *Technische Hochschule* de Hannover.

El retorno de investigadores continuó en 1953. Primero fue J. Diels, al que se encontró un sustituto, Korniseck, a la vez que se contrataba a un discípulo suyo: Helmut E. Seifert, que había trabajado en Alemania y luego en Francia en la universidad y en varias empresas privadas en temas de óptica y materiales cerámicos para radiofrecuencia<sup>541</sup>. El grupo del IN Electrónica seguía siendo muy potente al menos hasta 1954, cuando empezaron realmente los regresos a Alemania. El primero en junio fue Fritz Kallies<sup>542</sup>, un mes después Korniseck<sup>543</sup>. Ante la marcha de los alemanes el PJC intentó paliarla aumentándoles los sueldos<sup>544</sup>. Aún así, en 1955 F. Schröter, jefe de equipo en el IN Electrónica, solicitó la baja<sup>545</sup>. Un año después el jefe de Taller E. Keller también abandonó su puesto<sup>546</sup>, quedando tan sólo de los investigadores importantes W. Ruppel, quien permanecería hasta finales de 1956<sup>547</sup>. En total habían estado unos cuatro años de media no menos de doce investigadores

---

<sup>539</sup> PJC CP 3-6-51 y CP 19-10-51.

<sup>540</sup> PJC JG 27-12-51; CSIC (1953) p. 91.

<sup>541</sup> Su contrato era de 6.000 pts. mensuales más dos pagas y otras 4.000 pts. mensuales para vivienda y subsidio —PJC JG 11-3-54—.

<sup>542</sup> PJC CP 6-4-54.

<sup>543</sup> PJC CP 22-7-54.

<sup>544</sup> R. Schaefer pasó a cobrar 115.000 pts. anuales, F. Wächter 92.220, H.K. Fuchs y E. Keller 77.280.

<sup>545</sup> PJC CP 8-9-55.

<sup>546</sup> PJC CP 23-1-56.

<sup>547</sup> PJC CP 9-6-56.

alemanes. Su pérdida supuso la crisis del IN Electrónica, la cual quedó patente en la reducción del gasto —véanse los gráficos 4.12. y 4.13.—. Terminaba así, uno de los intentos más serios de importar conocimiento tecnológico a través de personal cualificado. Una de las directrices marcadas por Suanzes —véase el capítulo 3 epígrafe 3.1.2.— se venía abajo, agudizando la crisis general del PJC. De todas formas aquellos científicos dejaron su huella en algunos productos explotados por Standard Eléctrica, Marconi y la Compañía Telefónica Nacional de España y, además, prepararon un equipo de investigadores españoles —formados algunos de ellos en los propios centros a los que retornaban los científicos alemanes— responsables, hasta cierto punto, de que la *trayectoria tecnológica* de la electrónica aplicada a los sistemas de control aéreo haya tenido algunos éxitos industriales en España<sup>548</sup>.

Es evidente que la actuación del IN Electrónica acercó al país a la *norma internacional*, cuando no, en algún caso, hasta la *frontera tecnológica*, pero su mayor acierto estuvo en la formación de becarios. El PJC entre 1946 y 1963 formó a 122 becarios en el extranjero, y a un mínimo de 770 en España entre 1946 y 1970, repartidos entre los diferentes institutos<sup>549</sup>. También en este tema estuvo interesado Suanzes. Ya en 1945 el INI había diseñado un programa de becas en física y química para investigadores del PJC, pero no sería hasta 1947 cuando se pusiera en práctica un programa de becarios basado, según el propio Suanzes, en el modelo anglosajón<sup>550</sup>. Se trataba de descentralizar la decisión de conceder las becas haciendo responsables a cada instituto. El sistema empezó a funcionar en 1949 y en los primeros años se mantuvo en torno a las seis becas, que eran cubiertas por los presupuestos de cada instituto, de forma que sólo los mayores podían mantener una actividad en este sentido<sup>551</sup>. Estas ayudas estaban diseñadas para períodos de dos

---

<sup>548</sup> Nadal, Carreras y López García (en prensa).

<sup>549</sup> CSIC (1971), p. 43.

<sup>550</sup> CSIC (1948a), p. 91 y ss.

<sup>551</sup> PJC CP 13-12-48 y CP 6-4-49.

años, e incluían todo tipo de instituciones, en especial centros de investigación aplicada de los gobiernos y de las empresas.

El programa se encontró con restricciones presupuestarias a principios de los años cincuenta, por lo cual no se conseguía mantener más de diez becarios en el extranjero. Entre 1952 y 1953 se produjo el regreso de las primeras generaciones de becarios del PJC. Lora Tamayo aprovechó el momento y redactó un informe sobre la marcha del programa<sup>552</sup>. Inicialmente señaló que se había llegado al final de un primer ciclo, y que había que iniciar otro, porque ese año (1953) había sólo cuatro becarios en el extranjero, de los cuales tres utilizaban becas concedidas por centros de otros países. Por lo tanto, se imponía analizar los primeros resultados para preparar un segundo ciclo de becas. Lo más importante para Lora Tamayo había sido el relativo éxito hasta el momento de la capacidad del PJC para absorber a los becarios una vez concluida su formación internacional. Se habían perdido para el PJC algunos becarios, sobre todo de las primeras convocatorias, pero en 1953 había 26 especialistas en el PJC cuyo origen estaba en el programa de becarios iniciado en 1946. El cuadro 4.8. resume las características de esos 26 becarios. De esta lista destacan cuatro aspectos: primero el predominio de la química como base de la formación previa de los becarios (73 %); segundo, el peso del Reino Unido como país receptor de los becarios (30,8 %); tercero, que sólo la mitad de los institutos del PJC habían tenido éxito en sus programas de becarios, y cuarta; que de las 26 becas 16 pertenecían a institutos que disfrutaban del apoyo económico de las exacciones o de instituciones públicas, por lo que el esfuerzo en el programa de becarios del resto de institutos fue mayor al contar con menos ingresos, concentrándose especialmente en los de química, como el D Plásticos, la S Fermentaciones Industriales y el DQ Vegetal, los cuales estaban ligados a Lora Tamayo.

---

<sup>552</sup> PJC JG 29-12-53.

CUADRO 4.8.			
Tipología de los becarios incorporados al Patronato "Juan de la Cierva". Situación en el año 1953.			
Instituto	Formación previa	País	Tema de especialización
ITC Edificación	Ing. Caminos	Reino Unido	Calefacción y ventilación
ITC Edificación	Ing. Caminos	Reino Unido	Materiales de construcción
IH Acero	Químico	Reino Unido	Metalurgia
IH Acero	Químico	Reino Unido	Metalografía
I Soldadura	Químico	Reino Unido	Tensiones internas en soldaduras
I Soldadura	Químico	Italia	Aleaciones ligeras
I Soldadura	Químico	Reino Unido	Técnicas de soldadura
I Soldadura	Químico	Alemania	Técnicas de soldadura
IN Combustible	Químico	Reino Unido	Carbón
IN Combustible	Químico	Estados Unidos	Combustibles en general
IN Combustible	Químico	Francia	Micrografía de carbones
CE Frio	Ing. Industrial	Francia	Técnicas frigoríficas
CE Frio	Farmacéutico	Francia	Conservación por refrigeración
D Plásticos	Químico	Reino Unido	Sustancias macrocelulares
D Plásticos	Químico	Alemania	Química macrocelular
D Plásticos	Químico	Italia	Tecnología del caucho
S Fermentaciones	Químico	Italia	Enología
S Fermentaciones	Químico	Reino Unido	Fermentaciones
INR Trabajo	Ing. industrial	Estados Unidos	Costes de producción
I Grasa	Químico	Italia - Francia	Química de grasas
I Grasa	Químico	Austria	Análisis de grasas
I Grasa	Químico	Alemania	Química de grasas
I Forestal	Ing. de montes	Estados Unidos	Celulosa
I Forestal	Químico	Suecia	Celulosa
ILT Quevedo	Físico	Italia - EE.UU	Ultrasonidos
DQ Vegetal	Químico	Suiza	Glucósidos vegetales
Fuente: PJC JG 29-12-1953			

Fue el propio Lora Tamayo quien, en 1955, volvió a revisar el estado del programa de becarios en el extranjero. La relación entre el número de becarios y el de técnicos en los institutos permanecía muy baja. El PJC había seguido creciendo pero no así el número de becarios, que permanecía estancado entre los cinco y los diez anuales según que fecha del año. La realidad era que no se llegaba ni al mínimo esperado que se entendía como un becario por año y por instituto. El sistema de dar la autonomía de decisión a cada centro había fallado, por lo que Lora Tamayo proponía que se "obligara" a que todos los institutos tuvieran un presupuesto para becas en el extranjero:

Como el porcentaje de pensionados en el extranjero es muy bajo y se observa por otra parte una ausencia de dirección orgánica en este sentido que la Junta considera fundamental en el desenvolvimiento de un Instituto de Investigación, se acuerda dirigirse a todos los del PJC pidiéndoles que en sus presupuestos consignen anualmente el crédito que permita el desenvolvimiento de un plan sistemático de pensionados en el extranjero por un período de tiempo no inferior a un año<sup>553</sup>.

<sup>553</sup> PJC CP 15-6-55.



Durante los diez años siguientes a 1946 el PJC había fallado como institución en la generación de capital humano formado en el extranjero, aunque alguno de sus institutos, en especial los de química, habían cumplido los mínimos. A partir de 1956 la iniciativa de Lora Tamayo consiguió que se triplicara el número de becarios por año en el extranjero. De hecho ese mismo año ya eran 18, o 16 según la fecha de referencia que se tome. Esta cifra bajó algo en los cursos siguientes, situándose en torno a los 8 becarios por año. Lo cierto es que la acumulación de capital humano para el propio PJC debió de seguir siendo mayor en la química que en el resto de disciplinas, lo cual incidiría en el éxito de algunos institutos del PJC en los decenios siguientes.

#### **4.4 Las relaciones del Patronato "Juan de la Cierva" con la industria.**

##### **4.4.1 La desigualdad en las relaciones con la industria privada y la pública.**

El sistema de investigación que representó el PJC, al menos durante los años cuarenta y cincuenta, respondía más a los planteamientos del plan de industrialización que Suanzes estaba llevando a cabo, que a las necesidades de la industria privada. Con esta última los contactos fueron pocos y no faltos de recelo. Sin embargo, hubo casos de participación de las empresas privadas en los consejos de los institutos. Desde la reorganización de 1946 estas relaciones se intensificaron en el I Soldadura, el cual se organizó inicialmente siguiendo el modelo de la Asociación Inglesa de Investigaciones sobre el Hierro y el Acero<sup>554</sup>. Suanzes llegó a proponer que se siguiera el modelo de Estados Unidos, basado en convenios de utilización de los laboratorios de las industrias por parte de los institutos en aquellos trabajos que

---

<sup>554</sup> CSIC (1947), p. 11.

debían desarrollarse a escala semiindustrial<sup>555</sup>. El proyecto inicial del Patronato era novedoso. Realmente al principio quería promover algunos institutos mixtos, que estuvieran a medio camino entre el centro de investigación y la asociación de corte corporativo para la discusión de los problemas relacionados con las técnicas empleadas en las industrias privada y pública. Incluso se pretendía que estos centros fueran el núcleo para que las empresas desarrollaran sus organizaciones de investigación para "acometer el estudio científico de sus propios problemas."<sup>556</sup> El proyecto de instituto más elaborado en este sentido fue el IH Acero, que en 1947 consiguió reunir a la siguientes empresas: Echevarría SA, Sociedad Española de Construcción Naval, José María Quijano, Sociedad Metalúrgica Duro Felguera, Altos Hornos de Vizcaya, Fábrica de Mieres, Compañía Anónima Basconia, A. Pedro de Elgoibar, Torras HC, Unión Cerrajera, Nueva Montaña, Material y Construcciones, Altos Hornos de Cataluña, Siderúrgica Asturiana y SA Vers<sup>557</sup>. El año siguiente este instituto tenía 139 asociados colectivos entre los que las empresas debían estar altamente representadas<sup>558</sup>.

Esta política del PJC pronto quedó desvirtuada. Es cierto que en los consejos de los institutos participaron representantes de la industria privada con el objetivo de que señalaran problemas e indicaran pautas de investigación, pero Suanzes volvió a imponer su principio rector del "interés nacional" que debía emanar desde lo público y ser admitido por lo privado :

Al servicio del superior interés de nuestra economía, deseamos que nuestros institutos (...) puedan llegar a señalar orientaciones y directrices de carácter técnico a las industrias, y que recibiendo de ellas, por otra parte,

---

<sup>555</sup> CSIC (1948a).

<sup>556</sup> CSIC (1947), p. 12 y 13.

<sup>557</sup> CSIC (1948b). Otros institutos también contaron con el apoyo inicial de las industrias de su sector. El IIT Barcelona tuvo como colaboradores a la Compañía General de Asfaltos y Portland "Asland", a Sucesora de Aceros Eléctricos SA, a Talleres Unión y a Construcciones Electromecánicas Abril y a la Maquinista Terrestre y Marítima —CSIC (1948b), p. 137 y (1949), p. 150—. Por su parte el IE Grasa conectó con las siguientes empresas para que le facilitaran sus centros de investigación en un primer momento: Centro de Estudios del Tabaco de Santiponce, Unión Química del Norte de España, CAMPSA, Casa Vidaurieta y Establecimientos Girod —CSIC (1948b)—.

<sup>558</sup> CSIC (1949).

iniciativas y sugerencias, puedan hacer llegar hasta las más modestas empresas el fruto de sus trabajos.<sup>559</sup>

Al restar el protagonismo a las empresas privadas en la dirección de los institutos estos dejaban de tener sentido como transmisores y divulgadores de las técnicas, ya que no existía confianza sobre la virtud de la dirección en no encauzar la información hacia las empresas públicas más relacionadas con la dirección del instituto. Ello era muy evidente cuando pasados los primeros dos o tres años resultaba, que los problemas que se estaban estudiando correspondían a los mismos que, desde el lado industrial, estaban interesando al INI. Así por ejemplo, el IH Acero no podía funcionar como una asociación de investigación puesto que entre 1946 y 1950 estudió los problemas científicos y tecnológicos que tendría la futura Empresa Nacional Siderúrgica SA (ENSIDESA). Lógicamente, cuando ésta se creó en 1950, parte del personal del PJC —A. Fernández Avila Director del INR Trabajo, Director General de Construcción e Industrias Navales Militares del Ministerio de Marina y vocal del Consejo de Administración del INI y F. Aranguren Director del IH Acero— pasó a la dirección de ella. Evidentemente estas personas desde sus puestos en el PJC conocían los problemas del conjunto del sector y utilizaron, mejor o peor, esa información privilegiada al menos para poner en marcha ENSIDESA.

Esta comunión forzada de intereses causó la retirada de las empresas privadas de los proyectos concretos de investigación. Evidentemente, la manera de actuar del PJC le revertía beneficios de información a todo el proyecto industrial liderado por Suanzes, pero tenía costos para el PJC. A principios de los años cincuenta algunos institutos e investigaciones no terminaban de salir adelante por el recelo de la industria privada hacia ellos, pero también por el recelo del Patronato a aquellos de sus investigadores que a la vez tenían un segundo trabajo en la industria privada, factor este que vino a complicar aún más la trama de intereses. En 1953 esta última situación suscitó que la Comisión Permanente del Patronato tomara la decisión de que

---

<sup>559</sup> Discurso de A. Suanzes en la VIII reunión plenaria del CSIC de 1947 —CSIC (1948a), p. 92—.

el personal de los institutos, salvo excepciones, no podía actuar en la industria, ya que las investigaciones solían guiarse hacia temas que sólo interesaban a determinadas empresas, lo cual generaba problemas sobre la prioridad de los resultados a la hora de usarlos<sup>560</sup>.

El fracaso en la creación de grandes institutos donde participasen las empresas de cada sector, además del intento de que fueran éstas las que cubrieran los gastos por medio de convenios y exacciones, dio, por omisión, paso a un PJC mucho más ligado a los intereses industriales del Estado que a los de la industria en general. Aún así, un pequeño número de empresas, relacionadas en su mayoría con el aprovechamiento de productos agrícolas, contrataron, aunque en muy reducida escala, los servicios de los institutos S Fermentaciones, DQ Vegetal, D Silicatos e I Grasa. A partir de 1954 aumentaron las peticiones de estudios y análisis por parte de pequeñas empresas, que eran ajenas a los contenciosos entre las grandes industrias privadas y públicas. El PJC respondió a estas peticiones de manera ambivalente. Teóricamente se desecharon los trabajos de análisis rutinario y los de mero asesoramiento, pero a la vez, se admitía cualquier proyecto que implicase una investigación aplicada, aunque ésta no fuese muy compleja, porque se estimaba que sólo después de un tiempo de mutuas relaciones, podría aumentarse el nivel tecnológico de las industrias, momento a partir del cual dejarían de realizarse tareas elementales. Además, el PJC potenció los contactos como método más asequible para llegar al conocimiento de los problemas de las industrias, los cuales "pueden constituir el germen para convenios de mayor envergadura y con auténtico carácter de investigación, como corresponde a los fines del Patronato."<sup>561</sup>

Los servicios a la industria empezaron a ser más frecuentes a partir de 1955, pero sólo en los siguientes institutos: I Soldadura, DQ Vegetal, I Grasa, D Plásticos e

---

<sup>560</sup> PJC CP 13-3-53.

<sup>561</sup> PJC JG 15-7-54 y CP 23-4-54.

ITC Edificación<sup>562</sup>. Estos contactos iniciales dieron origen en 1956 a los primeros auténticos contratos de investigación que la industria planteaba por propia iniciativa a los centros de investigación del PJC. Los principales institutos beneficiados fueron: el DQ Vegetal, la S Fermentaciones y el D Plásticos. En un segundo lugar aparecerían el ILT Quevedo, el IN Electrónica y el ITC Edificación. Fue a partir de estos años cuando la química ganó terreno en el PJC, a través de los contratos de investigación, para terminar convirtiéndose en los años sesenta en la base de la especialización tecnológica de la mayoría de los institutos.

No obstante, estas relaciones siempre supusieron una entrada de dinero minúscula en el conjunto de ingresos del PJC. La contabilidad del Patronato recoge algunos de estos servicios, pero hasta 1966 no da una información sistemática y agregada. Para hacernos una idea de la cuantía que suponían estos convenios baste decir, que entre 1966 y 1970 se recaudaron 30.970.789 pts. por este concepto, a una media de 6,2 millones de pts. anuales.

El PJC no consiguió dar origen a empresas privadas. Los proyectos, que los hubo, solían terminar antes de que llegara a la fase de industrialización. Sólo hubo un caso algo más perdurable: Alto Vacío SA (AVSA). Esta empresa nació del ILT Quevedo a principios de los años cincuenta a partir de un grupo de científicos del propio instituto. En 1951, ya constituida la nueva sociedad, pidieron al ILT Quevedo la concesión de la explotación de las patentes de destilación molecular desarrolladas por el Instituto, así como la comercialización de algunos artículos fabricados en pequeñas series por el propio ILT Quevedo en su sección de talleres. El PJC fijó un canon sobre los aparatos que se vendieran. AVSA aceptó las condiciones de modo que obtuvo la licencia por parte del Patronato. El principal activo de la nueva sociedad eran los diseños de aparatos y los métodos de fabricación que había desarrollado la Sección

---

<sup>562</sup> En el tercer trimestre del año 1956 se prestaron 19 servicios por el I Soldadura, 11 por DQ vegetal, 166 por I Grasa, 3 D Plásticos y 57 por ITC Edificación — PJC JG 27-12-56—.

de Alto Vacío del ILT Quevedo<sup>563</sup>. En 1953 se revisó la concesión inicial para fijar claramente todos los cánones que quedaron de la siguiente manera<sup>564</sup>: maquinaria construida por ILT Quevedo y vendida por AVSA 4%, maquinaria construida por AVSA 8%, subproductos de aceites minerales 1%, aceites minerales 9%<sup>565</sup>, vitamina F 5%, vitamina A 7%.

La relación entre el Instituto y AVSA empeoró rápidamente. Entre 1952 y 1954 AVSA vendió sólo en aparatos 2.954.525 pts., cuyos cánones debía en su práctica totalidad —tan sólo había abonado 71.455 pts.— al ILT Quevedo<sup>566</sup>. Los problemas se derivaban del malestar que generaba el hecho de que los investigadores del Instituto, que a la vez eran propietarios de AVSA, incurrieran en incompatibilidades y, además, que al ser AVSA un fruto de la tecnología del Instituto entendían sus propietarios que la asistencia técnica debía cubrir todos los aspectos de la fabricación. Ahora bien, con ser importantes estos roces el principal escollo era que AVSA tenía una crisis de crecimiento. Pedía al ILT Quevedo que construyera series mayores, pero este no podía centrar su actividad en la producción<sup>567</sup>. Lo que se ponía de manifiesto era, una vez más, que el ILT Quevedo debía optar por ser una empresa o un centro de investigación. AVSA fue el detonante de la crisis del ILT Quevedo, la cual le llevó a deshacerse de sus talleres y del personal de los mismos en favor de ENOSA en 1957. Un caso más de las relaciones con el INI.

#### **4.4.2 Las relaciones con el Instituto Nacional de Industria.**

---

<sup>563</sup> CSIC (1952), p. 42.

<sup>564</sup> PJC CP 16-1-53.

<sup>565</sup> En la sección de Alto Vacío del ILT Quevedo se hacía también la destilación de los aceites lubricantes especiales para CAMPSA —CSIC (1952), p. 42—.

<sup>566</sup> PJC CP 3-6-55.

<sup>567</sup> PJC CP 12-2-54.

### Fraguando la coalición entre el INI y el PJC (1942-1946).

Las conexiones entre el PJC y el INI fueron intensas a partir de 1946, pero antes ya se habían dado contactos, tal como se ha señalado en el capítulo anterior<sup>568</sup>. Desde que Suanzes asumió la presidencia del PJC, en el mes de diciembre del año 1942<sup>569</sup>, se sucedieron los acontecimientos que llevaron a una plena incorporación del PJC al proyecto industrialista encabezado por él. En el mismo año de 1942 algunos institutos del PJC, aún estando éste en un estado embrionario, ya trabajaban para el INI. La Sección de Zaragoza del I Combustible empezó a estudiar el carbón turolense para su posible utilización por parte de las empresas del INI. Las palabras de su director, Gómez Aranda no pueden ser más explícitas al respecto de sus relaciones con el INI:

Este estudio tiene por finalidad poder ofrecer a los técnicos españoles que bajo el alto patronato del I.N.I. tienen encomendado acometer el complejo problema de los carburantes y lubricantes en España un conjunto de datos y conocimientos.<sup>570</sup>

Sin embargo, se podría pensar que las palabras de un investigador en Zaragoza no tienen mayor importancia, pero la impresión cambia al leer el acta de la primera reunión del Consejo Técnico Químico del INI que tuvo lugar el 13 de febrero de 1943. En ella estaban presentes dos hombres del PJC como vocales, que en ningún caso lo representaban institucionalmente: Gómez Aranda y Fernández Avila. Si la relevancia del primero puede ser obviada, no pasa lo mismo con el segundo, un auténtico *fagocito* de cargos: vocal del Consejo Técnico de Marina Mercante del INI, miembro de la Comisión Permanente del PJC, director del INR Trabajo, Director de

---

<sup>568</sup> Véase el apartado 3.3 del capítulo 3.

<sup>569</sup> Orden Ministerial (MEN) del 18 de dic. de 1942 por la que se nombra al excelentísimo señor Juan Antonio Suanzes Fernández, Presidente del PJC.

<sup>570</sup> CSIC (1943), pp. 268-269. El autor hace referencia a las actuaciones públicas que, en relación a los hidrocarburos se inician en 1938 —con la Comisión de Estudios sobre Hidrocarburos Nacionales— y culminan en el *Plan para la fabricación nacional de combustibles líquidos y lubricantes e industrias conexas* —aprobado en la Ley de 26 de mayo de 1944— cuya ejecución se encomendó a ENCASO —Buesa (1982), pp. 237-246—.

Investigación Técnica del CSIC, presidente de la Dirección de Construcción e Industrias Navales del Ministerio de Marina y futuro presidente de ENSIDESA<sup>571</sup>. En esta sesión Suanzes recabó la colaboración de los presentes para "el estudio de otros temas que, sin ser puramente químicos ni estrictamente propios del carácter industrial del Instituto, interesan a éste en sumo grado, toda vez que se refieren a la organización de la investigación técnica en España y a las misiones asignadas al Patronato «Juan de la Cierva» del CSIC."<sup>572</sup> El INI no había dado origen al PJC, de hecho éste era anterior, pero para Suanzes era una pieza más en su proyecto industrializador, así que, una vez siendo ya su presidente —diciembre de 1942—, fue él el que marcó las directrices. Para ello posiblemente se sirvió de Fernández Avila, al que se nombró Director de Investigación Técnica del CSIC en octubre de 1942<sup>573</sup>. Fernández Avila determinaba en el CSIC la política en materia de investigación aplicada de esta institución, y poco a poco fue acercando dicha política a los principios del modelo industrial de Suanzes. Una vez conseguida la presidencia del PJC por parte de Suanzes, Fernández Avila empezó en el CSIC la estrategia de ganar autonomía para el PJC. A su vez Suanzes fijó las líneas maestras para reorganizar el PJC. Para ello encargó al Consejo Técnico Químico del INI que estudiara su propuesta<sup>574</sup>.

Esta consistía en reorganizar el PJC en función de dos tipos diferentes de institutos. Los fundamentales —llamados horizontales— serían de carácter general, y abarcarían materias comunes a varios sectores económicos. En su denominación aparecería el calificativo de nacionales, y las áreas de investigación serían la química aplicada, la física aplicada, la electricidad y el magnetismo, la mecánica aplicada y la

---

<sup>571</sup> Posiblemente Fernández Avila fue un "segundo de abordo" de Suanzes, ya que como él debía ser ingeniero militar naval, dado que alcanzó la Dirección de Construcción e Industrias Navales del Ministerio de Marina.

<sup>572</sup> Acta de la reunión del Consejo Técnico Químico del INI, sesión del 13-2-1943, *Actas, Consejos Técnicos*, INI, 1943. Los miembros de este Consejo eran: Suanzes (Presidente), Herrán (Vicepresidente), Sirvent (Secretario), Ocharan (Director Técnico), Pertierra (INI) Angulo (INI) y los vocales Fernández Avila, Gómez Aranda, Roa, Comba, Mora, Méndez Puget y Tomeo.

<sup>573</sup> Decreto del Ministerio de Educación Nacional del 14 octubre de 1942.

<sup>574</sup> Su propuesta está expuesta en el Acta de la reunión del Consejo Técnico Químico del INI, sesión del 13-2-1943, *Actas, Consejos Técnicos*, INI, 1943.



organización científica del trabajo. A estos institutos nacionales se sumarían otros específicos de actividades más concretas —llamados verticales—, entre los que estaban los de obtención de combustibles, diseño de motores y estudio del aceite de oliva. Las concomitancias con la organización del PJC a partir de 1946 son evidentes, pero las intenciones de Suanzes no se circunscribían únicamente al PJC. Estaba diseñando el alma de investigación tecnológica integrada en la política industrial del momento. Entendía que los institutos generales debían controlar a los verticales, pero estos no tenían que haberse originado únicamente en el PJC, sino que podían depender de otras instituciones, como el INI, Sindicatos Nacionales, organismos nacionales o provinciales, asociaciones y empresas privadas. Estos otros institutos mantendrían simplemente la coordinación con el PJC. Por tanto, Suanzes estaba planeando una institución que al final abarcaría la práctica totalidad de la investigación aplicada nacional, pero que tendría institutos procedentes de diversas instituciones. Con respecto al INI a Suanzes le interesaba del PJC varios asuntos: poner en marcha instalaciones semiindustriales que resolvieran los problemas de acomodación de la tecnología importada, encargarse directamente de algunos temas como aceites sintéticos, caucho y aluminio y crear nuevas empresas a partir de posibles experiencias prometedoras de los institutos.

Para encauzar la reforma del PJC por estos derroteros, Suanzes decidió que se formasen dos ponencias, la principal presidida por Fernández Avila, que trabajaría en conexión con el CSIC, y una segunda de asesoramiento en la que estaría Gómez Aranda. Su cometido fue estudiar qué institutos generales y especiales se debían crear, así como analizar las fórmulas de enlace, "desde el punto de vista político y económico con todos los demás centros orgánicos concordantes del Estado y con los particulares". Suanzes propuso a modo de ejemplo, que el Instituto del Combustible

debería interesar al Sindicato de Combustibles, al INI, a los Ministerios militares y a los intereses regionales de Aragón y Asturias<sup>575</sup>.

Al finalizar aquella sesión del Consejo Técnico Químico Suanzes expuso cual era su verdadero sueño:

Los individuos capacitados de nuestra generación deberán enlazarse a este problema nacional [el desarrollo tecnológico]. Merced al régimen político de nuestra Patria no ha de tropezarse con inconvenientes ni trabas de orden económico. Nuestra mayor dificultad estribará en la escasez de personal especializado y por ello la formación del mismo y la creación de estímulos racionales para estas labores ha de ser motivo de atención constante. El porvenir de nuestra nación se asienta principalmente en el acierto con que se desenvuelvan estas dos actividades fundamentales: la enseñanza y la investigación<sup>576</sup>

El proyecto se fue fraguando en los dos años siguientes, hasta que en julio de 1945 Fernández Avila se encontró con la capacidad suficiente para que sus funciones de Director de Investigación Técnica del CSIC pasaran directamente a los órganos reglamentarios del PJC, consiguiendo, así, la autonomía del PJC con respecto al CSIC<sup>577</sup>. La respuesta del INI no se hizo esperar, creó las becas de física y química para el PJC. A la vez, se fijó 1946 como el año de la reorganización del Patronato, que sería ejecutada por Fernández Avila, Lora Tamayo y el propio Suanzes<sup>578</sup>.

Lora Tamayo sintetizó, en un artículo aparecido en 1946 en la revista *Combustibles*, lo que había acontecido con el PJC desde 1939 hasta 1946, así como los planes futuros. No ocultaba Lora Tamayo que desde la creación del Patronato en 1939, éste había desarrollado su programa "con una cierta languidez" y señalaba, que ésta era debida a que no se había creado la "relación íntima que con el Patronato

---

<sup>575</sup> Acta de la reunión del Consejo Técnico Químico del INI, sesión del 13-2-1943, *Actas, Consejos Técnicos*, INI, 1943.

<sup>576</sup> Acta de la reunión del Consejo Técnico Químico del INI, sesión del 13-2-1943, *Actas, Consejos Técnicos*, INI, 1943.

<sup>577</sup> *Boletín Oficial del Estado*, núm. 196, 15-7-1945.

<sup>578</sup> También debió intervenir en la reorganización el propio J. Sirvent, quien era, aparte de Secretario del INI, consejero del ILT Quevedo, cargo al que renunciaría en 1950 —PJC CP 18-1-50—.

había de tener la industria privada." Sin embargo, esta acusación velada hacia la falta de interés por parte de la industria privada, se quedaba en eso tan sólo, porque a continuación exponía:

Se produce, entre tanto [1939-1946], un hecho algo extraordinario en nuestras concepciones habituales: la creación del INI, por Ley de 25 de septiembre de 1941, cuya misión esencial es «propulsar y financiar al servicio de la Nación la creación y el resurgimiento de nuevas industrias».

El objetivo de la nueva empresa exigía una extraordinaria amplitud de medios y posibilidades, y, en relación con la obra que había de tener a su cargo el PJC, marcaba aún más claramente la necesidad de su empeño. (...) por otra parte, las circunstancias forzaban a resoluciones actantes; sobre todo, dos: la lección de la guerra en lo que hace al valor de la investigación dirigida, y la dolorosa pérdida de valores humanos a que conducía nuestra investigación científica limitada.<sup>579</sup>

Lora planteaba que la conexión entre el PJC y el INI a través de Suanzes tenía una explicación desde el punto de vista de los recursos humanos. Para él, desde la creación del CSIC el objetivo de los que colaboraron en la institución había sido únicamente la cátedra universitaria:

a ella se encaminaban preparación y esfuerzos. Hoy, en cambio, no ocurre así: las cátedras son, ciertamente, una finalidad muy limitada; pero es que, aparte de ello, son muchos los que se forman a nuestro lado sin esta aspiración docente, y sí, en cambio, atraídos por una vocación científica que se depura y disciplina en el molde formativo de la investigación.

¿Qué hacer con estos hombres cuando, Doctores ya, los juzgamos capaces de poder encauzar personales direcciones de trabajo?

Es evidente que el Consejo no puede absorberlos a todos con suficiente remuneración; pero no es menos cierto también que, prácticamente, fuera del campo que aquél acota, no hay organización alguna que pueda acogerlos. (...) ¿Se sabe lo que puede perder España en ese desaprovechamiento de valores personales? (...) ¿cómo no nos importa perder las *riquezas personales*, de rendimientos insospechados? Y apurando este discurrir, ¿no resulta doloroso este esfuerzo de fomentar la investigación, si después no hay medio de utilizar en amplia irradiación el plantel cada vez más crecido de investigadores ya formados? (...) He aquí por qué, en la feliz coyuntura de reunirse en una misma persona la dirección del INI y la presidencia del PJC, y en estos momentos,

---

<sup>579</sup>Lora Tamayo (1946), pp. 76 y 77.

además, el Ministerio de Industria, se ha ido prontamente a una reorganización del PJC, que imprima a su desenvolvimiento la mayor agilidad, capaz de permitirle un ritmo acelerado.<sup>580</sup>

El sueño de Suanzes ya era una realidad; una realidad que estaría vigente mientras mantuviera los tres puestos claves: ministerio, presidencia del INI y presidencia del PJC, es decir de 1946 a 1951. Además, perviviría hasta que él siguiera a la vez al frente del PJC y del INI, a partir de 1953, con la ayuda de los Estados Unidos, la razón de ser del modelo a largo plazo ya no tenía sentido. El modelo era el que marcaba el Plan de Industrialización diseñado por Suanzes que quería finalizarlo en 1958. El plan era un proyecto dirigido desde el Ministerio de Industria y Comercio que tenía en el INI una amplia representación por medio de la Comisión del Plan<sup>581</sup>. En su conjunto el proyecto dirigido por Suanzes era coherente y contenía desde la producción de investigaciones, pasando por la fijación de normas, marcas de calidad y especificaciones de modos de trabajo, hasta la creación o intervención de empresas.

Realmente Suanzes en 1946 confiaba plenamente en la viabilidad del PJC. Cuando F. Lafita Babio — como Gerente del Dto. del Aluminio del INI, que además era miembro de la Junta de Gobierno del PJC y director del INTA— indicó a Suanzes que quería formar un gran laboratorio industrial del aluminio en el INI, Suanzes le respondió:

En cuanto al Laboratorio industrial, si puede ser exclusivamente para las materias primas en relación con el aluminio, ¿no sería mejor orientarlo a través del Patronato "Juan de la Cierva", con la debida y ponderada colaboración de las Industrias interesadas?

Figura esta atención en los programas de "la Cierva", y no parece habría inconveniente —antes al contrario— en avanzar en el asunto por el INI, para ganar tiempo y para cederlo en su caso. Si, por el contrario, se tratase de un Laboratorio semiindustrial de tipo general que el INI considerare necesario para sus actividades, la materia sería diferente y podría concretarse.<sup>582</sup>

---

<sup>580</sup> Lora Tamayo (1946), p. 77.

<sup>581</sup> "La industrialización de España", *Combustibles*, año III núm. 6, ene.-feb., 1949, pp. 54-56 y "Plan Nacional de Industrialización", *Combustibles*, año IV, núm. 13, mar.-abr., 1950, pp. 170-173.

<sup>582</sup> INI, E, legajo 276, 9, exp. 1 (19-6-1946).

Entre 1946 y 1951 Suanzes intentó acompasar la marcha del INI y del PJC, pero en cada área científica y en cada actividad económica los problemas eran diferentes, y como los objetivos a cubrir eran tan variados, resultaba imposible coordinarlo todo. El sólo recuento por encima de los objetivos, que Suanzes veía como comunes entre las dos instituciones, da una idea de la magnitud de variables que entraban en juego:

Basta citar (...) unos cuantos elementos que son otros tantos objetivos a cubrir. Se llaman: carbón, hierro y acero, cobre, azufre y oleum; materiales y aleaciones ligeras; productos plásticos, caucho, carburantes y lubricantes; fertilizantes; celulosa y fibras textiles; fermentaciones industriales, levaduras y utilización de subproductos del campo; electrónica; construcción civil; grasas, vinos, agrios, pesca, conservas, industrias del frío.<sup>583</sup>

Suanzes intentó coordinar el desarrollo de estos objetivos a través de la Dirección Técnica del INI, que pasó a ser la pieza clave de las relaciones INI - PJC.

#### La Dirección Técnica del INI y el PJC.

Existió un nexo de relaciones entre una y otra institución por medio de la Dirección Técnica del INI (DT). La DT estaba formada por diferentes departamentos: el de Electricidad, con E. Terradas al frente al menos en 1945 —posteriormente el director sería J.M. de Gaztelu—, el del Automóvil, con W. Ricart como director, el del Combustible, llevado por L. Basabe, el de Siderurgia guiado por González Hontoria desde 1943, el de Construcción conducido por A. Martínez Cattaneo, el de

---

<sup>583</sup> CSIC-PJC, 1951, p. 22.

Alimentación dirigido por R. Beltrán y las secciones de Productividad, regida por F. del Castillo y la del Plan<sup>584</sup>.

Eran estos departamentos y secciones los que mantenían las relaciones con los institutos del PJC; de hecho era normal que algún consejero de los institutos del PJC fuera miembro de la DT. Esta conexión era necesaria para que no se descompasaran el PJC y el INI, y tenía que ser a través de la DT, porque era en ella donde se fraguaban las decisiones de carácter técnico sobre la viabilidad o no de los proyectos del INI. Si un proyecto era calificado como factible por la DT entonces se creaba la comisión gestora correspondiente hasta que surgiera una empresa, si es que ésta era viable desde el punto de vista tecnológico. Existía, por tanto, un origen tecnológico en el nacimiento de algunas empresas, y, además, en ese origen solía estar implicado directamente o indirectamente el PJC. Sin embargo, esa implicación podía ir desde un simple análisis hasta la gestación de la empresa. Este último caso sólo se dio con ENOSA, por lo que no se puede hablar del PJC como vivero de empresas del INI.

En realidad la matriz de las empresas surgidas de la explotación de conocimientos tecnológicos desarrollados nacionalmente, era la DT, pero con todas sus ramificaciones hacia el PJC porque de lo contrario sería imposible explicar la concomitancia en los temas de trabajo y las fechas de solapamiento de los proyectos de ambas instituciones. La coincidencia de las mismas personas en el PJC y en el INI era una condición necesaria para ello<sup>585</sup>.

El contacto entre una y otra institución llevó a que el INI intentara aprovechar los recursos tecnológicos del PJC. Se siguieron dos vías. La primera, un auténtico

---

<sup>584</sup> INI, E, legajo 051, 12, (1945).

<sup>585</sup> Por ejemplo, el director del Departamento de Alimentación de la DT del INI, R. Beltrán, era el mismo que el del CE Frío. Sin embargo, este caso era lógico, ya que el CE Frío era un centro del INI coordinado con el PJC —INI, E (D2), legajo 051 DT, 3, exp. 63 (15-2-52)—.

fracaso, partía del PJC que ofrecía sus patentes para la explotación por parte del INI. La segunda, procedía del INI, el cual se valía del capital humano del PJC para poner en marcha algunos de sus proyectos. La primera empezó con fuerza, analizando las patentes del PJC, pero la frustración fue notable. Aunque la DT entendía que "el requerimiento del PJC exige toda la atención del INI y a ese efecto el Sr. Ortiz Landázuri se ha entrevistado con el Secretario del Patronato para solicitar las Memorias descriptivas de las patentes como primera medida, con el propósito de establecer después contacto con sus autores si del examen de aquéllas se deduce la conveniencia de ampliaciones o aclaraciones para formar un criterio de principio sobre las patentes en cuestión"<sup>586</sup>, lo cierto es que el INI nunca transformó una patente del PJC en un proyecto industrial. A lo largo de 1949 se desestimaron por parte de la DT la industrialización de las patentes del PJC por el bajo interés económico que tenían para el INI.

La respuesta de la DT con respecto a las patentes del PJC relacionadas con las siliconas es un buen ejemplo de la dirección unívoca de las conexiones entre el INI y el PJC. El informe concluía que sólo tendrían interés las patentes del PJC para el INI si se decidiese éste a acometer la industrialización de los plásticos, y que aún siendo así, lo cierto era que la aportación del PJC era relativamente débil a juicio de la DT. Sin embargo, y esto es lo relevante, se decía que si se acometiese la industrialización de las siliconas, sería interesante "la colaboración de los elementos técnicos que han realizado los trabajos y las experiencias sobre estas materias, por su indudable entrenamiento."<sup>587</sup>

Igualmente reveladora del sentido que habían tomado en tan poco tiempo los vínculos con el PJC, fue la respuesta de Marconi a la DT cuando ésta le preguntó si le

---

<sup>586</sup> INI, E, legajo 004-0, 5, exp. 55 y 57 (mar.-abr. -49)

<sup>587</sup> INI, E, legajo 004-0, 5, exp. 74 (15-10-49)

convenía la utilización de algunas patentes del IN Electrónica del PJC. Marconi contestó:

podemos manifestar que estamos en contacto con el IN Electrónica, dos de cuyos miembros forman parte de nuestra Compañía, y mantenemos con el mismo una colaboración técnica que nos ha permitido conocer las características de algunos de los aparatos registrados, siguiendo los interesantes trabajos del referido instituto en cuanto se refiere a cosas propias de esta industria.

Refiriéndonos concretamente a las patentes registradas, encontramos que son de gran interés, si bien esta Empresa por los contratos técnicos que le ligan a diversas casas extranjeras dedicadas a este asunto, tenía ya la información necesaria y disponía de las patentes precisas para la fabricación de equipos ya sancionados por la práctica que está hoy día en funcionamiento en todas partes del mundo.<sup>588</sup>

Lo cierto es que no existieron mayores conexiones porque las empresas del INI necesitaban más transferencia de tecnología de forma inmediata que la que podía servir el PJC. En 1953 era evidente que el PJC era incapaz de ayudar al INI en ciertos aspectos de sus proyectos. A partir de esta fecha en la documentación del INI se aprecia un descenso de los contactos con el PJC. Lo cual fue debido a que las Comisiones Gestoras ya habían dado origen a empresas, que a su vez estaban contratando y acoplando tecnología importada. Tecnología que no era ya de puesta en marcha del proyecto —es decir, del tipo que podía dar el PJC— sino plenamente productiva para la resolución de problemas en la consecución de procesos y en la obtención de productos más o menos conocidos a escala industrial.

Entre 1953 y 1954 el desfase entre el INI y el PJC estaba consumado. Dos iniciativas del INI así lo confirmaron: la entrada en 1953 del Battelle Memorial Institute (BMI) como asesor del INI y la propuesta de la DT por institucionalizar la investigación técnica dentro del INI<sup>589</sup>. Ocupémonos primero del BMI.

---

<sup>588</sup> INI, E, legajo 004-0, 5, exp. 105(1-2-51)

<sup>589</sup> D.C. Mowery señala que el Battelle Memorial Institute (Columbus), fundado en 1929, era a mediados del siglo una de las mayores organizaciones independientes de investigación de los EE.UU. junto con el Mellon Institute (Pittsburgh), fundado en 1911, y la Arthur D. Little, Inc. (Cambridge), fundada 1896. El



Con anterioridad a su contacto con el BMI, el INI había mantenido, desde 1942 hasta 1949, relaciones de asesoramiento y servicios de ingeniería con otra institución extranjera de similares características, aunque con una estructura más empresarial que el BMI: la casa británica H.A. Brassert & Co. Ltd. (John Miles & Partners desde 1946)<sup>590</sup>. Sin embargo, esta relación se circunscribió al tema concreto de la instalación de hornos tipo Renn-Krupp para los proyectos siderúrgicos del INI. Por supuesto el IH Acero también participó en aquella ocasión analizando a pequeña escala todos los procesos más modernos del momento, entre los que estaba el Renn-Krupp, para obtener acero sustituyendo la chatarra por otros productos del tipo de las esponjas de hierro Höganäs y Wiberg<sup>591</sup>.

El INI planteó una relación más importante con el BMI en la que, curiosamente, fue el PJC el intermediario. Los primeros contactos del BMI tuvieron lugar a través de las visitas que algunos de sus representantes hicieron a las reuniones del INR Trabajo. Posteriormente E. Angulo Otaurruchi, Director del Centro de Investigación de ENCASO, visitó la delegación en Suiza del BMI e invitó a su director W.R. Keagy a que visitara las instalaciones del INI<sup>592</sup>. Desde el inicio de 1954 el INI y el PJC discurrieron un proyecto para obtener asesoramiento tecnológico por parte del BMI, incluso se llegó a un acuerdo por el que el INI correría con la dos terceras partes de todos los gastos y el PJC con el resto<sup>593</sup>. Además, se plantearon los temas en los que

---

BMI se caracterizó por trabajar para las industrias relacionadas con la utilización de minerales, en especial las vinculadas con el carbón y las empresas siderúrgicas —Mowery (1983), pp. 357-365—.

<sup>590</sup> Aparte de la referencia a Brassert ofrecidas por P. Martín Aceña y F. Comín —Martín Aceña y Comín (1991), p. 175— existe una información precisa que abarca de 1942 a 1949 en los legajos INI, E, legajos 051 DT, a través de los cuales se descubren situaciones tan anecdóticas como la colaboración en 1942 de técnicos alemanes, suecos y británicos en el proyecto de los hornos de tipo Renn-Krupp para el INI. En el mes de septiembre de 1942 el sueco Johansen, inventor del procedimiento Renn, que trabajaba para la Krupp en Alemania, visitó España y se reunió con Kripp, delegado de Brassert en España para informar a los miembros del Consejo Técnico de Siderurgia del INI —INI, E, legajo 051, 18, exp. 25 (5-2-47)—. Tanto Krupp como Brassert son cedentes de tecnología a diversas empresas siderúrgicas españolas —como Siderúrgica Asturiana, Altos Hornos de Vizcaya, S.M. Duro-Felguera y S.I.A. Santa Bárbara en los años iniciales del decenio de los cuarenta —Buesa (1982), pp. 403-405—.

<sup>591</sup> CSIC (1949), p. 126.

<sup>592</sup> INI, E, legajo 276, 9, 1, exp. 2 (4-12-53) y INI, E, legajo 276, 10, exp. 1 (2-2-1954).

<sup>593</sup> INI, E, legajo 276, 10, exp 14 (19-5-1954).

se centraría el apoyo del BMI: métodos para el beneficio de los fosfatos del Sahara, nuevas aplicaciones del mercurio, aprovechamiento de los minerales pobres de hierro de Asturias y León, problemas relacionados con la pequeña siderurgia y obtención del litio contenido en las aguas procedentes del desagüe de la Sierra Almagrera<sup>594</sup>.

Una comisión formada por Albareda, como secretario del CSIC, Lora Tamayo, como secretario del PJC y Eduardo Angulo Otalauruchi<sup>595</sup> por el INI viajaron a Ginebra para firmar un primer contrato con el BMI por el cual éste se comprometía a los siguientes servicios:

1- "Estudio técnico y económico de los recursos básicos de España, con recomendaciones para su utilización eficaz."

2- "Examen de programas de investigación y métodos de estudio de trabajos científicos, que sean llevados a cabo por organizaciones en que estén interesados el INI y el PJC." Esta labor incluía: "suministrar ejemplos de modernas prácticas industriales que harían innecesaria la investigación emprendida. Esto último comprendería el que nosotros les facilitásemos la descripción de tales prácticas."

3- "Un programa de formación para científicos e ingenieros españoles. Una primera fase de formación en el BMI, envió a España de personal del BMI para estancias largas y asesoramiento sobre otros centros no americanos de formación."<sup>596</sup>

---

<sup>594</sup> INI, E, legajo 276, 10, exp. 16 (15-6-1954).

<sup>595</sup> Otalauruchi también era consejero adjunto del PJC y miembro de su Consejo Técnico Asesor.

<sup>596</sup> PJC JG 15-7-54. Este programa quedó reducido en 1956 al Curso de Introducción a la Investigación en Metalurgia para personal del INI y del PJC que tenía un precio de 5.425 \$ por cada una de las diez personas que podían asistir. El INI tuvo problemas para encontrar personal libre para dedicarlo a la mejora de su formación. Se indicaba que aquellos que mejor podrían aprovechar el curso estaban aprendiendo técnicas similares en el extranjero. Al final el curso estuvo formado mayoritariamente por investigadores del PJC, el INTA y la JEN —INI, E, legajo 276, 10, exp. 59, 66, 67 y 68, año 1955.—

El BMI estimó que en los primeros diez meses serían necesarios 50.000 \$, de los cuales la mitad podían pagarse en pesetas. Lora Tamayo dejó claro dos cosas: primero que el INI correría con las dos terceras partes de los gastos, y que el PJC no estaba dispuesto a revisar ningún contrato que afectase particularmente a una empresa del INI, porque ello suponía una interferencia extraña del PJC entre las empresas y el BMI<sup>597</sup>.

A mediados de 1956 el BMI decidió abrir una delegación en Madrid que la llamaría Battelle Madrid, y que en realidad sería una sola persona, M. Herrero, que actuaría como representante de la parte contratada por las empresas del INI. El primer concierto para un estudio concreto fue el de la planta piloto de reducción por tostado y separación magnética del mineral de hierro de Asturias y Galicia<sup>598</sup>. Aparentemente, el PJC ya había salido del juego, pero no era así del todo. El BMI en cualquier caso trabajó en coordinación con el PJC, ya que exponía a éste los casos que se le planteaban a él para que decidiera si estaba capacitado el PJC para realizarlos, ya que sólo en caso contrario el BMI decidía acometerlo o no<sup>599</sup>. La relación del INI con el BMI pasó pronto a ser un programa muy amplio de colaboración. En algún momento parecía que este contacto resultaba clave para la modernización del INI, pero tan sólo llegó a ser una relación contractual típica con una empresa de ingeniería extranjera, tal y como había sucedido con John Miles & Partners.

Aparte de la relación con el BMI la otra iniciativa del INI que ampliaba su distanciamiento del PJC surgió de la Sección del Plan de la DT. En 1954 el jefe de esta sección, T.P. Rubio informó a M. Ocharan que dirigía la DT, de la conveniencia de organizar un gran centro de investigación partiendo del de ENCASO, para que las empresas del INI que tuvieran necesidades puntuales de laboratorios pudieran ser atendidas adecuadamente. El propio Ocharán aprobó inicialmente la idea, y apuntó

---

<sup>597</sup> PJC CP 21-10-55.

<sup>598</sup> INI, E (A5), legajo 276, 12, exp. 12 (5-4-56).

<sup>599</sup> INI, E (A5), legajo 276, 12, exp. 8 (8-4-56).

que el hipotético Centro de Investigación también sería importante para atender a las empresas ya creadas y a las Comisiones Gestoras<sup>600</sup>. Este proyecto no se llevó a cabo, pero en 1955 algunos departamentos de la DT dieron origen a nuevos centros de investigación, como el Centro de Estudios Técnicos de Construcción (CETO) y el de electricidad al CETE, que dependían de sus respectivos departamentos y de la DT.<sup>601</sup> De esta manera el INI fue reforzando la investigación interiormente y dejando las relaciones directas con el PJC en un segundo plano. No obstante, entre ambos había habido unas experiencias comunes que deben destacarse.

#### Los institutos del INI coordinados con el PJC.

##### El Centro de Investigación de ENCASO (CI ENCASO).

El proceso de reorganización del PJC iniciado en 1945 dio inmediatamente origen a una Comisión Técnica Especializada de Combustibles, dirigida por J. Planell y con V. Gómez Aranda como uno de los seis vocales<sup>602</sup>. Esta CTE planificó lo que sería el futuro IN Combustible<sup>603</sup>. Situaba al CI ENCASO como un instituto coordinado con IN Combustible esencial para el desarrollo de las investigaciones de combustibles líquidos. Al CI ENCASO se unían la Sección de Zaragoza y se proponía un instituto dedicado al carbón —el futuro I Carbón de Oviedo—<sup>604</sup>. Una vez aprobado el dictamen de la CTE se creó en febrero de 1946 el IN Combustible, y se

---

<sup>600</sup> INI, E (D2), legajo 051 DT, 8, exp. 85 (1-2-54).

<sup>601</sup> INI, E (D2), legajo 051 DT, 13, exp. 741 (17-10-55).

<sup>602</sup> PJC JG 19-7-45.

<sup>603</sup> Fue el Consejo Sindical el primero en proponer la formación de un Instituto Nacional del Combustible, que nunca llegó a nacer dentro de la organización sindical, cuyos temas de investigación coincidían plenamente con los que luego tendría el IN Combustible del PJC. El instituto ideado por el Consejo Sindical era un organismo autónomo donde los representantes sindicales eran mayoritarios, mientras que de un total de 27 miembros el INI quedaba con un sólo representante, al igual que CAMPSA y el PJC ninguno —Consejo Sindical (1945), pp. 116-118—.

<sup>604</sup> La entrada del CI ENCASO debió desplazar del PJC al Laboratorio Central de CAMPSA, dirigido por R. Gayoso Besteiro, el cual aparecía en las primeras organizaciones del PJC —CSIC (1943)—, pero no a partir de 1946. El informe de la CTE apareció publicado en 1946 en la revista *Combustibles* —Comisión Técnica Especializada de Combustibles (1946)—.

decidió poner de presidente de su Consejo de Administración a J. Planell. A este cargo Planell sumaba la presidencia de ENCASO desde 1942 y la dirección del Consejo Técnico de Combustibles del INI. Desde el Consejo del IN Combustible Planell fue quien potenció el CI ENCASO, que en aquel momento estaba levantando sus nuevas instalaciones en el barrio de Legazpi en Madrid<sup>605</sup>. En Planell, por tanto, coincidían los cargos esenciales del INI y del PJC en el tema de combustibles. Gracias a él se puede decir que las relaciones INI PJC fueron particularmente intensas en el área de la química de los combustibles.

En los años siguientes el CI ENCASO se ocupó de analizar técnicamente todas las posibles materias primas susceptibles de convertirse en lubricantes, aceites y combustibles. A las tareas de investigación sumó las de centro de análisis químico para la totalidad de las empresas del INI, de lo que se derivó una carga de trabajo que se computó en 1950 en 3.528 análisis tan sólo para el INI<sup>606</sup>. La actividad del CI ENCASO condujo en 1951 a la acumulación suficiente de conocimientos tecnológicos propios como para proponer la creación de una empresa partiendo del aprovechamiento de los residuos agrícolas<sup>607</sup>. Al año siguiente nació la Empresa Nacional de Industrialización de Residuos Agrícolas SA (ENIRA). Sin embargo, el CI ENCASO iba perdiendo su conexión con el PJC, hasta el punto de que en 1953 el CI ENCASO solicitó salirse del IN Combustible, aunque no se consumó dicha petición, para concentrar su actividad hacia adentro del INI, tal como se deseaba en la DT. Esto no quiere decir que el INI rompiese sus lazos con el IN Combustible, de hecho el Carbón era en la práctica una obra del INI para el estudio de la coquificación de carbones nacionales.

---

<sup>605</sup> CSIC (1947).

<sup>606</sup> CSIC (1951).

<sup>607</sup> La DT del INI informó favorablemente del proyecto del CI ENCASO de crear una fábrica en Sevilla donde se tratasen diversas cantidades de residuos de orujillo, maíz y algodón. El presupuesto de la fábrica se cifró en 207 millones. El objetivo era conseguir cetonas carburantes y levaduras de piensos —INI, E (D2), legajo 051 DT, 2, exp. 319 (10-7-51) y Buesa (1982), pp. 275 y 276—. Este último autor señala que la experiencia de ENIRA constituyó un fracaso tecnológico, de manera que su programa inicial de construcción de cinco plantas de producción nunca llegó a completarse. De hecho sólo pudo montarse la factoría de Linares, que no logró entrar en funcionamiento normal, por lo que en 1971 se disolvió la empresa.

### La Comisión de Energía Eólica (CE Eólica).

En 1949 el Departamento de Electricidad de la DT inició un proyecto para el aprovechamiento de la energía eólica. Lo primero fue conocer el "estado del arte", es decir los conocimientos entre la *norma internacional* y la *frontera tecnológica*. Se concluyó que esta tecnología aún se encontraba en sus inicios —fases I y II de la curva de Wolf— por lo que se podía entrar con facilidad —véase las condiciones teóricas de entrada en la figura 1.4 del primer capítulo— en la tecnología si se contaba con el aporte inicial de conocimientos. Esto se subsanó estableciendo contacto directamente con el investigador que poseía las mejores patentes de aprovechamiento de energía eólica en el mundo: J.E. Andreau<sup>608</sup>.

A principios de 1950 Andreau contestó al INI y le informó del estado de sus prototipos, así como de las instituciones y empresas que estaban interesadas en ellos: L'Electricité de France y British Electricity Authority y el consorcio formado por Enfield Cables Ltd, English Electricity y De Havilland<sup>609</sup>. Los primeros contactos entre Sirvent y Andreau fueron tan favorables que el INI decidió crear en 1951 la CE Eólica y coordinarla con el PJC, con el compromiso de que el PJC se haría cargo del mantenimiento del nuevo centro de investigación, mientras que el INI correría con los gastos de primera instalación y los de material<sup>610</sup>. Durante 1952 se dotó a la CE Eólica de instalaciones y personal, la práctica totalidad a cargo del INI, y al año siguiente se empezó a investigar sobre la base de la patente registrada en España de la eólica de Andreau, cuyos derechos de explotación pertenecían a la Compagnie International de Licences. Ahora bien, la patente original en Inglaterra ya había sido

---

<sup>608</sup> INI, E (C2), legajo 051 DT, 7, exp. 218 (dic.- 49).

<sup>609</sup> INI, E (C2), legajo 051 DT, 9, exp. 240 (oct.- 50).

<sup>610</sup> PJC CP 4-12-51.

explotada y mejorada por el consorcio Enfield Cables Ltd, De Havilland Propellers Ltd y English Electric Co., por lo que M. Ballester, recientemente nombrado secretario de la C Eólica, propuso la siguiente línea de actuación:

Se trata de encontrar una fórmula que permita a la Comisión negociar abiertamente con los ingleses, ya que son los únicos que han logrado un resultado real, con la fabricación del modelo de 100 Kw. La ventaja de haber hecho grandes mejoras, objeto de patentes, y superado el invento original supone a su vez unos conocimientos transferibles de experimentación y realización, muy útiles para todo organismo que pretenda valerse del sistema en cuestión.

El precio aproximado de dicho modelo es de £ 30.000, quizá un poco excesivo, pero debe tenerse en cuenta que se trata de un prototipo. Con la compra del mismo se adquirirían automáticamente un conjunto de planos de fabricación y, lo que es muy importante, supondría la agregación virtual de la Comisión española al Consorcio Internacional que en combinación con la firma francesa "Ateliers et Chantiers" tiene repartido el mercado mundial del sistema Andreau.

La Comisión atraviesa un momento de excelentes relaciones con las firmas De Havilland y Enfield, así como con la Electrical Research Association y su Wind Power Generation Committee (...) que nos animan a una inteligencia directa con la asociación de empresas inglesas.<sup>611</sup>

Después de dos años de trabajos la CE Eólica se dio cuenta de que la tecnología de los generadores de energía eléctrica por eólicas no estaba ya al inicio de su desarrollo, sino en una fase que se parecía más al estancamiento —véase la fase IV y de letargo de la tecnología de la figura 1.2 del primer capítulo—. La velocidad de mejora de la potencia había sido muy rápida porque las limitaciones tecnológicas habían aparecido inmediatamente. O lo que es lo mismo, la Ley de Wolf había actuado en menos de dos años. El "estado del arte" en 1955 indicaba que los países que utilizaban este recurso se estaban concentrando en dos sendas: la conexión de las eólicas a la redes eléctricas ordinarias y la utilización de estos generadores para actividades alejadas de las redes eléctricas. Ante este panorama la CE Eólica tomó un rumbo diferente, inició su transformación en una especie de oficina para el estudio de

---

<sup>611</sup> INI, E, legajo 004-0, 6, carp. 1, exp. 51 (oct.- 53)

energías no convencionales, es decir, un centro de información para conocer el "estado del arte" de este tipo de energías para no perder oportunidades futuras<sup>612</sup>. Esta actitud condujo en 1956 a entrar en contacto con el Ministerio del Interior de los EE. UU, para que le asesorara y ayudara en la tecnología de plantas de obtención de agua dulce en terrenos desérticos utilizando energía solar y eólica para desalinizadoras<sup>613</sup>. En 1956 la CE Eólica empezó a relacionarse con empresas norteamericanas que fabricaban los equipos y con el Departamento de Agua Salina del Interior de los EE.UU. Este organismo se mostró de acuerdo en ayudar económicamente algunas investigaciones en España para las que la CE Eólica había solicitado su cooperación<sup>614</sup>. En 1957 se firmó un convenio con el Departamento norteamericano y la empresa Du Pont. Esta última donó los materiales plásticos. Se fijó la zona de Almería como el punto donde se iniciarían las experiencias<sup>615</sup>. El año siguiente la CE Eólica solicitó a la Comisión Permanente del PJC y al INI permiso para transformarse en la Comisión Nacional de Energías Especiales, sin que por ello se rompiera el nexo entre las dos instituciones<sup>616</sup>.

#### El Centro Experimental del Frío (CE Frío).

El CE Frío se creó en 1950, pero las investigaciones no se iniciaron hasta 1958, por la falta de instalaciones apropiadas y por la imposibilidad de la Administración para montar un sistema de exacciones fiscales sobre las empresas relacionadas con el frío industrial. En este sentido, la recaudación de 1952 fue tan exigua que en 1953 ni se intentó volver a realizarla. Además, el PJC tenía muy poca autoridad moral a la hora de solicitar una exacción para un instituto inactivo. Ante la falta de resultados su director R. Beltrán, que también lo era del Departamento de

---

<sup>612</sup> INI, E (D2), legajo 051 DT, 13, exp. 776 (26-11-55) y PJC CP 9-11-55.

<sup>613</sup> CSIC (1957).

<sup>614</sup> INI, E (A5), legajo 276, 12, exp. 30 (30-11-56).

<sup>615</sup> CSIC (1958), pp. 169-172.

<sup>616</sup> PJC CP 28-4-58.



Alimentación de la DT del INI<sup>617</sup>, puso a disposición del PJC los cargos del Consejo del CE Frío<sup>618</sup>. Este centro siguió sin una actividad constante hasta 1957, año en el que se nombró a M. Estasa como nuevo director. Este hombre también procedía del Departamento de Industrias de la Alimentación de la DT del INI. Estasa defendió que la única manera de sacar adelante el CE Frío pasaba por el apoyo del INI. Por fin en 1958 consiguió una subvención anual del INI de medio millón de pts. pero en cualquier caso la experiencia había sido un fracaso<sup>619</sup>.

División de Investigación Industrial de la Comisión de Piritas Españolas (DIIC Piritas).

En 1953 se aprobó por parte del PJC y del CSIC la coordinación de la DIIC Piritas con el PJC<sup>620</sup>. Fue el último proyecto de coalición del INI y el PJC. Había nacido la DIIC Piritas del Plan de Investigación Industrial para la obtención de azufre elemental de las piritas diseñado por la Comisión Gestora de Piritas del INI. Inicialmente la labor de investigación se realizó en el CI ENCASO, pero la magnitud de los estudios acometidos condujo a la creación de un nuevo centro. Este empezó a funcionar a finales de 1952, y al frente del mismo se puso a A. Vian Ortuño<sup>621</sup>. Las investigaciones dieron pronto buenos resultados. En marzo de 1953 la DIIC Piritas ya tenía registradas cuatro patentes que mejoraban los procesos conocidos hasta el momento para el beneficio de las piritas<sup>622</sup>. A principios de 1954 se patentaron en Alemania, Francia e Inglaterra. Las patentes fueron acogidas por la comunidad internacional de forma satisfactoria, hasta el punto de que ese mismo año la Comisión Gestora de Piritas comunicó al INI la posibilidad de crear un convenio con la empresa

---

<sup>617</sup> INI, E (D2), legajo 051 DT, 3, exp. 63 (15-2-52) y INI, E (D2), legajo 051 DT, 4, exp. 274 (11-8-52).

<sup>618</sup> PJC CP 23-4-54.

<sup>619</sup> PJC CP 16-11-57 y CP 28-2-58.

<sup>620</sup> CSIC (1954).

<sup>621</sup> INI, E (D2), legajo 051 DT, 3, exp. 129 (8-4-52).

<sup>622</sup> INI, E, legajo 004-0, 6, carp. 1, exp. 32 (15-4-53)

francesa Krebs et Cie. para desarrollar las patentes de la DIIC Piritas. El valor de las patentes residía en haber sido registradas con anterioridad a otras semejantes por parte de la propia Krebs. La empresa francesa estaba dispuesta a correr con la mayor parte de los gastos del desarrollo semiindustrial de las patentes de la DIIC Piritas, así como a extender la cobertura de las mismas a otros once países europeos, lo cual podía llegar a costar un millón de pts., con tal de que explotaran juntas las patentes. La colaboración fue aceptada, sobre todo porque reportaba a la DIIC Piritas la posibilidad de industrializar sus patentes. Solucionaba el escollo principal de todo el sistema español de investigación aplicada: el paso de la escala del laboratorio a la industrial. A cambio, del desarrollo semiindustrial Krebs terminó solicitando un millón y medio de pts. en cánones. La DT del INI informó favorablemente del convenio con Krebs, porque consideraba "ya como éxito destacado de la Comisión Gestora de «Piritas Españolas» el que la Societe Krebs (...) se interesase por las patentes registradas en España por el INI."<sup>623</sup>

Sin embargo, al final, la viabilidad de la explotación de las patentes en España dependía de la intervención del Estado en los precios de la materias primas.

En 1956 se hizo un estudio de previsión de los costos de transformación en la obtención de azufre y dióxido de azufre, por el que se ha visto la rentabilidad del procedimiento, supuestos precios mínimos para la venta, y costos máximos para el precio de la pirita (que carga el costo de elaboración de una tonelada en más de un 50 %). Los nuevos precios decretados por el Gobierno para el azufre y las piritas en días pasados, elevan enormemente el interés del procedimiento transformativo indicado.<sup>624</sup>

En 1957 el proceso se industrializó hasta llegar a procesar 10 Tm. de piritas diarias para obtener hierro, cobre y cinc<sup>625</sup>, pero a partir de aquí la historia se escapa a los objetivos de este trabajo<sup>626</sup>.

---

<sup>623</sup> INI, E, legajo 004-0, 6, carp. 2, exp. 17 (15-2-54)

<sup>624</sup> CSIC (1957), pp. 195 y 196.

<sup>625</sup> CSIC (1958), pp. 173-74.

<sup>626</sup> A. Gómez Mendoza en su libro *El Gibraltar económico* ofrece un estudio pormenorizado de los intentos del INI por explotar los yacimientos de piritas —Gómez Mendoza (en prensa)—.

### Institutos del PJC bajo la dependencia del INI.

Fuera de la estructura de los institutos coordinados el INI fue importante en el desarrollo de otros laboratorios del PJC, en especial de tres: el I Carbón, el IH Acero y el D Optica. Además, colaboró significativamente con el INR Trabajo a partir de mediados de los años cincuenta.

#### Instituto del Carbón (I Carbón)

Desde la fundación del INI los contactos de éste con el Instituto del Combustible, en especial con la sección de Zaragoza fueron usuales. Como ya se ha expuesto, el director de aquella sección, V. Gómez Aranda, participó en diferentes órganos del INI. Pero el interés del INI por esta sección venía de uno de sus proyectos más queridos: encontrar la forma de sustituir el coque importado y al coque a partir de hulla asturiana por una mezcla de carbones nacionales de baja calidad.

la falta de un buen cok constituye la principal dificultad que se opone al incremento de la producción de hierros y aceros. Es fácil obtener un buen cok de las hullas asturianas que contienen de 20 a 30 por 100 de materias volátiles; pero lo interesante es revalorizar las que, por poseer menos cantidad, dan un cok excesivamente pulverizado, y también las que, poseyendo de 32 a 40 por 100, experimentan un considerable aumento de volumen, con lo cual el cok obtenido es demasiado poroso y muy poco resistente. Este hinchamiento constituye uno de los principales problemas en la coquización de los carbones asturianos.<sup>627</sup>

La obsesión por "revalorizar" el carbón de baja calidad ejemplifica perfectamente el ideario de la autarquía y la sustitución de importaciones. Lo primero

---

<sup>627</sup> CSIC (1944).

que hay que tener presente es que la "revalorización" del carbón se entendía como la consecuencia de aplicar una mejora técnica o agregar un conocimiento tecnológico a la obtención del coque, después de haberse logrado las mejoras devenidas de una explotación más eficaz o de un transporte más eficiente —estas mejoras de orden económico se daban por resueltas o fijas mientras no hubiese un proyecto para "revalorizar" el transporte o el trabajo—. El principio económico de la "revalorización" era, que la aplicación de tecnología y técnicas debía aumentar el valor de los bienes —especialmente de las materias primas— hasta que éste superara el que hubieran tenido en el mercado después de que se hubieran dado todas las mejoras posibles de eficiencia económica en la explotación y en el transporte. Si los estudios e informes de tipo técnico concluían que, con la revalorización, el nuevo valor del carbón de mala calidad iba a ser indiscutiblemente superior, porque se ha transformado en coque, entonces la investigación proseguía y se pasaba a la fase de investigación semiindustrial.

Hasta ese punto el PJC era el encargado de marcar la pauta. Si sus análisis semiindustriales conseguían la "revalorización" entonces era misión del INI la industrialización, es decir, el cambio de escala en la obtención de la "revalorización". Este era el momento crítico, debido a que se necesitaban conocimientos tecnológicos mucho más costosos que los de laboratorio o los semiindustriales. El INI se enfrentaba a tener que hacerse con conocimientos tecnológicos que se hallaban en las fases III y IV de la curva de Wolf, que eran conocimientos que estaban en un mercado, el de la transferencia de tecnología entre empresas y agencias gubernamentales, con altas barreras de entrada, y donde los productos científicos y tecnológicos tenían altos precios y compensaciones derivadas.

El proceso de "revalorización" solía quebrarse en esta transición. Quedaba cortado cuando la aplicación de tecnología no conseguía aumentar la valía en un plazo económicamente aceptable, o, lo que viene a ser lo mismo, cuando los costes de

pasar de la fase semiindustrial a la industrial eran tan altos que había que optar por una opción de mercado abierto y olvidar la "revalorización". En el mejor de los casos se abría una vía intermedia, que era la aceleración de la "revalorización" por medio de importación del conocimiento tecnológico (contratos de transferencia y utilización de patentes extranjeras). Esta vía sólo era factible cuando la "revalorización" suponía un logro cierto, es decir, si se encontraba entre la *norma internacional* y la *frontera tecnológica*. Esto es lo que había sucedido en 1953 con las patentes sobre el aprovechamiento de piritas, pero en 1946 el intento de "revalorizar" el carbón pasaba por superar el punto crítico de la escala semiindustrial. Se intentó la vía intermedia contratando con H.A. Brassert & Co. Ltd. la tecnología necesaria, pero ésta señaló que el único camino posible para solucionar el tema era montar un horno semiindustrial:

Para este caso y para cuantos posteriormente se presenten, en relación especial con la futura actuación del Instituto del Combustible, hoy en organización, es indudable la conveniencia de tener en España una instalación de ensayos semiindustriales de coquificación de carbones.<sup>628</sup>

La respuesta del INI fue la habitual, potenciar la investigación en el PJC y poner un hombre de su confianza al frente. El PJC creó nominalmente en 1946 el I Carbón, siguiendo las indicaciones de la CTE de Combustibles, y un año más tarde el INI colocó a F. Pintado Fe de director del mismo. Pintado Fe era un hombre joven, que había terminado la ingeniería de minas en 1940, posteriormente había trabajado en la Oficina Técnica y de Proyectos de Duro-Felguera hasta llegar a ser jefe de las minas Santa Ana. En 1943 el INI le contrató para el Departamento de Carbones de la DT<sup>629</sup>. La primera misión de Pintado Fe fue enterarse del "estado del arte". En 1947 inició un viaje que le llevó a las cuencas de hulla de Francia, luego a las minas de carbón de Bélgica y Holanda y, por último a los laboratorios industriales de la minería del Reino Unido<sup>630</sup>. Durante 1948 y 1949 Pintado Fe se dedicó a la obtención de información extranjera para aplicarla a las instalaciones que se estaban proyectando para el I

---

<sup>628</sup> INI, E, legajo 051, 16, exp. 268 (30-9-46).

<sup>629</sup> PJC CP 3-3-47.

<sup>630</sup> CSIC (1948b).

Carbón. Estableció contactos institucionales, adquirió bibliografía y, sobre todo, entró en relaciones con las empresas extranjeras capaces de proyectar o construir las instalaciones semiindustriales previstas para el instituto<sup>631</sup>.

Por fin en 1950 todo estaba dispuesto. Se inauguró en La Corredoria (Oviedo) el I Carbón. En ese mismo año se creó ENSIDESA y el I Carbón emitió un informe sobre las posibilidades de abastecimiento de coque basándose en carbones indígenas. En el informe se proponía el montaje de una instalación semiindustrial de obtención de coque. Nuevamente la proposición de Brassert & Co. volvía a aparecer. Mientras se aprobaba esta idea el I Carbón se concentró durante 1951 y 1952 en dos tipos de investigaciones: el estudio a pie de mina —Hullera de Reinoso SA, Minero Industrial Pirenaica SA y Minas de La Reunión— de la lavabilidad de los carbones para eliminar las cenizas que impedía la coquificación, y la obtención de mezclas de carbones nacionales idóneas para su coquificación. Esta última era un encargo de ENSIDESA y la Sociedad Metalúrgica Duro-Felguera<sup>632</sup>. En 1953 el Gobierno, a petición del INI, autorizó a éste para que pudiera conceder "un préstamo, de suficiente importancia, para acelerar el ritmo de tales obras, principalmente las relativas a las plantas experimentales de lavado, mezclas y coquificación, con todas sus instalaciones accesorias. (...) el Consejo Técnico-Administrativo del IN Combustible, ha acordado que, una vez otorgado el mencionado préstamo por el INI, se pongan en inmediata ejecución las obras del apartadero de ferrocarril y las de la planta experimental de coquificación."<sup>633</sup>

El único requisito que el I Carbón necesitaba para que el préstamo se concediera era asegurar unas exacciones industriales superiores a los ocho millones de pts. La negociación a lo largo de 1953 con la Comisión Reguladora para la Distribución del Carbón del Ministerio de Industria terminó con el compromiso de ésta

---

<sup>631</sup> CSIC (1949), p. 71.

<sup>632</sup> CSIC (1953).

<sup>633</sup> CSIC (1954) pp. 43 y 44.

de asegurar 8,6 millones de pts. anuales<sup>634</sup>. Con estos ingresos el I Carbón no tuvo problemas para conseguir, y el INI para conceder, el préstamo de cuarenta millones de pts. para la construcción de la planta piloto de investigaciones sobre mezclas y coquificación de carbones<sup>635</sup>.

El informe de la DT del INI aprobando el préstamo lo justificaba porque "el acuerdo en los temas de investigación es absoluto."<sup>636</sup> El I Carbón, sin ser un centro del INI en realidad actuaba como tal, pero además, su ambigüedad le permitía al INI conocer la situación tecnológica de las empresas privadas mineras y siderúrgicas, en el punto gordiano de la utilización del coque, al mismo tiempo que la operación era en parte "subvencionada", a través de las exacciones, por las propias empresas privadas.

#### Instituto del Hierro y el Acero (IH Acero).

El IH Acero se creó oficialmente en 1947, aunque desde 1946 la CTE de Mineralogía y Metalurgia se había convertido en la Oficina Central de Estudios de Mineralogía y Metalurgia que actuaba ya como el instituto al que al año siguiente daría origen. Al frente del IH Acero se puso a A. Plana Sancho, un reputado comandante de artillería retirado que a lo largo de su vida había dirigido los laboratorios del ejército relacionados con la artillería (Laboratorio Metalúrgico Central de Artillería, Taller de Precisión y Laboratorio y Centro Electrotécnico de la Academia de Artillería) y trabajado en Altos Hornos de Vizcaya y en la Sociedad Anónima Echevarría como

---

<sup>634</sup> En el *Boletín Oficial del Estado* del 5 del 7 de 1953 una Orden conjunta de los Ministerios de Industria y Trabajo dictó las normas complementarias para el cumplimiento del Decreto de la Presidencia del 13 del 5 de 1953, por el que se habían unificado los cánones que, por diversos conceptos, venía satisfaciendo la minería del carbón para fijar en 8,6 millones anuales la aportación que daría al I Carbón la Comisión Reguladora para la Distribución del Carbón —PJC CP 16-7-53—.

<sup>635</sup> PJC CP 15-6-53.

<sup>636</sup> INI, E (D2), legajo 051 DT, 7, exp. 485 (30-11-53).

director técnico<sup>637</sup>. El hombre del INI en el IH Acero no era en esta ocasión el director, sino el jefe de sección M. Méndez Vigo que pertenecía a la DT del INI<sup>638</sup>.

La relación de este instituto con el INI fue muy similar a la del I Carbón, pero en vez de ser el problema el coque, en este caso era encontrar un sustituto a la chatarra. En 1948 el problema de la falta de chatarra había hecho variar la opinión de los técnicos e industriales españoles en relación al procedimiento Renn-Krupp "en las últimas reuniones del IH Acero, ante las dificultades actuales para la adquisición de chatarra exterior, problema que la industria no espera tenga solución en el futuro inmediato, y ante la necesidad de utilizar nuestras reservas naturales para la producción de acero, la posición de los técnicos e industriales en general parece haber reaccionado favorablemente al procedimiento Renn-Krupp."<sup>639</sup>

El IH Acero empezó a funcionar como si se tratara más de un centro de reuniones de los empresarios interesados en temas de investigación, que como un verdadero instituto. No sería hasta 1955 cuando tendría unos locales fijos, y aún así, habría que esperar hasta finales de los años cincuenta para que, con un préstamo del INI, pudiera contar con un edificio apropiado para sus análisis en el barrio de Legazpi (Madrid), muy cerca del CI ENCASO. Entre 1947 y 1955 se comportó como un instituto itinerante que se apoyaba en el INTA, en el IIT Barcelona y en los laboratorios privados —el Centro Industrial de Vizcaya—, para llevar a cabo sus estudios, que normalmente consistían en la repetición y copia de experiencias ya conocidas en el extranjero. Durante esta primera época lo más importante que hacía el IH Acero eran sus Asambleas Generales una vez al año, donde se reunían representantes de las industrias nacionales y de centros gubernamentales extranjeros. Con el tiempo los

---

<sup>637</sup> PJC CP 20-1-47.

<sup>638</sup> Junto con Méndez Vigo, González Hontoria formaban además la representación del INI en las Asambleas Generales del IH Acero —INI, E (C-2), legajo 051, 4, exp. 84 (23-10-48)—.

<sup>639</sup> INI, E (C-2), legajo 051, 2, exp. 14 (8-3-48). En el Consejo de Administración del IH Acero se sentaba con Plana Sancho los representantes de la Dirección General de Industria y Material del Ministerio del Ejército, de Altos Hornos de Vizcaya, de Duro-Felguera, de la Sociedad Española de Construcción Naval, de la Sociedad Anónima Echevarría, de Unión Cerrajera de Mondragón, del INTA y de las escuelas de ingeniería —PJC CP 25-2-47—.



temas sobre los que se discutía y se proponían nuevas investigaciones pasaron a ser muy parecidos a los que interesaban al INI: el estudio de la aplicación en España de los procedimientos de fabricación de esponja de hierro Höganäs y Wiberg, productos siderúrgicos por los procesos Renn-Krupp y Basset, fabricación de horno eléctrico de cuba baja, creación en España de instalaciones para sinterización, el estudio de los modernos procedimientos de metalurgia rápida, problemas de laminación y el estudio de las fundiciones especiales de alta calidad.

En 1951 el IH Acero expresó a la Comisión Permanente del PJC que no podía permanecer como un instituto cuyas investigaciones se realizaban en diferentes lugares, porque en varias ocasiones se habían tenido que parar los proyectos, ya que siempre debían acomodarse a las prioridades de las empresas y laboratorios donde trabajaban. El instituto había llegado a reunir a 33 facultativos con título superior —20,5 en equivalencia a dedicación plena—, y necesitaba un establecimiento propio. Hasta el momento sólo se habían desarrollado las investigaciones realizadas en las instalaciones de la Sociedad Duro-Felguera y en las de Patricio Echevarría, donde se investigaban los problemas de escala industrial para instalar una planta de producción de esponja Höganäs como sustituto de la chatarra, ya que la investigación de carácter básico y aplicado se realizaba a través de la Ontario Research Foundation con el que se había entrado en contacto y donde estaban algunos becarios<sup>640</sup>.

El IH Acero expuso a las autoridades del PJC que el modelo de agencia de estudios del tipo del Iron & Steel Institute de Inglaterra, que luego encarga a los laboratorios de las empresas y de las universidades los trabajos científicos, no podía aplicarse a España, porque no existían los laboratorios suficientes en las industrias. Por tanto, había llegado el momento de convertir el IH Acero en un centro de investigación independiente.

---

<sup>640</sup> PJC CP 3-6-51.

En 1952 se abrieron las primeras instalaciones provisionales en Madrid. La cifra de personas que trabajaban para el IH Acero en aquel momento era de 163<sup>641</sup>. El número de administrativos y personal que no realizaba ninguna tarea de investigación, sino sólo de coordinación con las industrias y centros estatales superaba al del personal dedicado directa o indirectamente a investigar<sup>642</sup>. La Comisión Permanente decidió reorganizar ella misma el IH Acero. Torroja y Fernández Avila se encargaron de hacer un estudio que concluyeron a mediados de 1953<sup>643</sup>. El plan de trabajo para 1954, en cuya redacción intervino Otero Navascués, se dividió en tres líneas de investigación: sinterización de ematite roja para la planta siderúrgica de Avilés, fundición y aceros especiales —sustitución de molibdeno por wolframio—. Al final de su presentación Suanzes opinó que el IH Acero ya había superado su fase de oficina gubernamental, gracias a la cual se había agrupado a la industria en torno a los problemas clave, así que ahora debía convertirse en un centro de investigación<sup>644</sup>. Al año siguiente se inauguraron oficialmente las instalaciones de Legazpi, donde comenzaron dos grandes líneas de investigación: la primera, el aprovechamiento siderúrgico de las cenizas de piritas en colaboración con las comisiones gestoras de Piritas Españolas y de la Pequeña Siderurgia, ambas del INI, y con Unión Española de Explosivos, y la segunda, en colaboración con la Soc. Siderúrgica Asturiana SA de Avilés para mejorar la utilización de sus nuevas instalaciones industriales<sup>645</sup>.

En 1956 la opinión de Suanzes se convierte en efectiva y el INI empieza los trámites para conceder al IH Acero un préstamo por treinta millones de pts. para la construcción de su sede<sup>646</sup>. El edificio sería diseñado por el Battelle Memorial Institute e inaugurado en 1959 con el Congreso Internacional de Fundición<sup>647</sup>.

---

<sup>641</sup> PJC CP 31-10-52.

<sup>642</sup> PJC CP 13-3-53.

<sup>643</sup> PJC CP 23-6-53.

<sup>644</sup> PJC CP 26-3-54.

<sup>645</sup> CSIC (1956), pp. 99-111

<sup>646</sup> PJC CP 21-9-56.

<sup>647</sup> PJC CP 8-5-57 y JG 26-11-59.

Departamento de Optica Técnica del Instituto "Daza de Valdés" (D Optica).

Tanto el I Carbón como el IH Acero surgieron bajo una dependencia clara del INI. Por contra el D Optica conseguiría crear una empresa en el INI bajo su tutela: ENOSA<sup>648</sup>.

El proyecto de creación de un departamento de óptica técnica en el Instituto de Optica "Daza Valdés" del CSIC surgió en 1949, después de que la actividad técnica ganase cada vez más relevancia frente a los aspectos puramente científicos. Ello se debió, por una parte, a que desde 1946 el PJC venía subvencionando estas investigaciones del Instituto de Optica, y por otra, a que F. Weidert, como ya se ha indicado anteriormente —apartado 4.3 del presente capítulo— había aceptado continuar en España sus investigaciones de óptica técnica<sup>649</sup>. La intención de Otero Navascués al traer a Weidert era aprovechar sus conocimientos para fundar una industria óptica

En efecto, aparte de los establecimientos del Estado: Fábrica de Artillería dedicada a la fabricación en serie de instrumentos de óptica militar y Laboratorio y Taller de Investigación del Estado Mayor de la Armada, cuyas actividades en la fabricación de prototipos de óptica son bien conocidas y que desde hace nueve años viene contribuyendo materialmente a las actividades del Instituto en lo que se refiere a los problemas de óptica Aplicada, existen fábricas de Optica en España, unas que funcionan ya en la actualidad y otra, de gran envergadura, proyectada para surtir de instrumentos ópticos a los ejércitos de Marina y Aire y cuyo anteproyecto ha sido remitido por el Ministerio de Marina al Instituto Nacional de Industria para su estudio y desarrollo. El auxilio que el nuevo Departamento, cuya creación se propone, puede proporcionar a esta naciente industria, es inapreciable como muestra la experiencia extranjera, singularmente en Francia e Italia, donde los Institutos de Optica han logrado vigorizar y revalorizar una industria decadente, en el primer caso, y crear prácticamente una industria potente en la segunda nación, cuyos productos tienen una alta cotización en el mercado mundial. Cuando nuestra industria nacional de Optica se consolide, podrá contribuir en amplia medida al

---

<sup>648</sup> Otero Navascués describió los orígenes del Instituto de Optica hasta la constitución de ENOSA en un artículo publicado el año 1950 —Otero Navascués (1950)—.

<sup>649</sup> PJC CP 5-10-49.

sostenimiento de las actividades del Departamento de Optica Técnica del Instituto y entonces podrá cesar el auxilio del Patronato.<sup>650</sup>

La empresa a la que se refería Otero Navascués era ENOSA, nacida por Decreto del 6 de octubre de 1950 con un capital de ochenta millones de pts. y perteneciente al INI. Por supuesto, Otero Navascués sería su Consejero Delegado. Además, en 1953 supo aprovechar la presencia de Weidert para cerrar un contrato de asistencia técnica con la Carl Zeiss, que le permitía afrontar la fabricación industrial de productos de óptica.

ENOSA cuenta con el asesoramiento y ayuda técnica de la famosa Fundación Carl Zeiss que se compromete mediante contrato firmado entre el INI y dicha Fundación a poner a disposición de ENOSA sus procedimientos y métodos de fabricación y también a venderle las patentes de todos los instrumentos que produzca Zeiss en sus nuevas fábricas de Oberkoken. (...) En virtud del contrato con Zeiss llegaron a España los ingenieros Diplomados Sres. Upmann y Schreiber para asesorar a la Dirección de ENOSA en la dirección y planificación de la misma.<sup>651</sup>

La empresa fue creciendo gracias a contratos con la Administración y a la absorción, en 1957, de los talleres, personal y contratos del ILT Quevedo<sup>652</sup>.

Aparte de las conexiones citadas, el INI también entró en contacto con el INR Trabajo en 1954 para que este impartiese cursos a sus ingenieros, y en 1959 para contratar trabajos sobre normalización en relación a su Red Frigorífica Nacional<sup>653</sup>. Otros institutos recibieron encargos puntuales, como el II Pesqueras, el IIT Barcelona y el I Forestal. En este último SNIACE en 1951 subvencionó una planta piloto para el estudio a escala semiindustrial de las impurezas de las mieras y el rendimiento de éstas<sup>654</sup>.

---

<sup>650</sup> PJC CP 5-10-49.

<sup>651</sup> INI, E (D2), legajo 051 DT, 5, exp. 49 (28-1-53).

<sup>652</sup> PJC CP 26-2-57, CP 23-12-57 y CP 31-1-58.

<sup>653</sup> PJC JG 17-7-53, CP 12-2-54, JG 26-11-59 y CP 1-12-60.

<sup>654</sup> CSIC (1952).

Una vez revisados los vínculos que se establecieron entre el PJC y el INI se impone ofrecer una síntesis del contacto que mantuvieron. El intento de Suanzes de hacer crecer al INI y al PJC a la vez y plenamente conectados se había venido abajo hacia 1953 por la incapacidad del PJC de ofrecer al INI la cantidad de tecnología que este requería. Ahora bien, desde la perspectiva del PJC el fracaso del crecimiento al unísono de las dos instituciones radicaba en el INI, porque éste era incapaz de dar el salto de las investigaciones de laboratorio y semiindustriales realizadas por el PJC a la escala industrial. La frustración mutua debió de ser intensa, he hizo desistir, durante muchos años, tanto a unos como a otros, de los intentos nacionalistas en investigación y desarrollo. Los dos mundos se fueron separando. El INI viró su política hacia los contratos de transferencia de tecnología con suministradores extranjeros<sup>655</sup> y el PJC se concentró en la investigación aplicada y en servicios a pequeñas industrias que no presentaban problemas serios de escala<sup>656</sup>. Pero el daño ya estaba hecho: se quedó un poso permanente de incredulidad con respecto a la investigación aplicada nacional como método para acortar distancias en relación a los países más industrializados. Es, precisamente éste, el tema del próximo capítulo.

---

<sup>655</sup> Véase Buesa (1982).

<sup>656</sup> La similitud de esta situación con lo que sucedió en el siglo XVIII con la botánica es notable. Al final en ambos casos queda la sensación de una ilusión quebrada, si bien una de carácter ilustrado —Puerto Sarmiento (1988)— y la otra nacionalista.

## **CAPITULO 5. EL PROCESO DE ACERCAMIENTO TECNOLÓGICO EN EL PATRONATO "JUAN DE LA CIERVA".**

### **5.1 Una aproximación a la producción de tecnología en el Patronato "Juan de la Cierva": los logros industrializables.**

En el capítulo precedente se ha hecho hincapié en la idea de que a partir de 1954 el PJC había entrado en una crisis general que se deduce de los comentarios de sus protagonistas, así como, de los datos obtenidos de la financiación y el gasto del Patronato. No obstante, en algunos apartados, en especial en los referidos a las relaciones del PJC con la industria (apartado 4.4) y en los que atañen al desarrollo institucional en el decenio de los cincuenta (apartado 3.3.3), han aparecido indicios de lo que se podría denominar como la "crisis del modelo tecnológico de Suanzes". Según estas pesquisas, dicha crisis podría remontarse hasta 1951, año a partir del cual se iniciaría un declive que acabaría en 1959, inaugurándose un modelo diferente, que podría llamarse "modelo tecnológico de Lora Tamayo".

Partiendo de estas pesquisas y características, cabe plantearse un análisis más profundo que permita dilucidar como se configuró esa crisis institucional y tecnológica. Para ello, es necesario analizar los intentos de acercamiento tecnológico y su fracaso. Pues este último es el determinante fundamental de dicha crisis. El primer paso para llevar a cabo esta tarea es delimitar el período en el que se puede observar el auge y constatar el declive del "modelo Suanzes". A este respecto, es factible utilizar una fuente documental secundaria que proporciona una perspectiva a medio y largo plazo. Los datos elegidos han sido los referidos a los logros industrializables que se destacan

en la publicación: *Patronato de Investigación Científica y Técnica "Juan de la Cierva" 1945-1970*<sup>657</sup>. El logro industrializable es una unidad de cuenta muy burda que puede concretarse tanto en un proceso, como en un producto o en un servicio, normalmente, de índole tecnológica más que científica<sup>658</sup>. Al menos cada logro ha tenido alguna repercusión en la economía, bien por su industrialización, bien por su utilización en decisiones de política industrial. También se incluyen aquellos logros cuya repercusión ha sido la realización de una patente factible de utilización industrial y los prototipos. Este tipo de datos presentan dos problemas<sup>659</sup>. Por una parte, que se tratan de potencialidades, y no de resultados ya industrializados, y por otra, que el valor añadido y el grado de industrialización entre los diferentes logros es muy variable. En cualquier caso estos inconvenientes no afectan al objetivo que persigo, ya que sólo pretendo observar tendencias y coyunturas para poder acotar un período en el que emplear otros indicadores más precisos.

En el gráfico 5.1. se presenta la evolución del número de logros industrializables para el período 1948 - 1970. Aún teniendo los datos una gran fluctuación de año en año, destaca una gran caída en la consecución de logros entre 1954 y 1962 —la media móvil esquematiza la tendencia y es más fácil observar esta variación—. A primera vista parece haber un ciclo de auge y declive entre 1948 y 1961 con su cenit en 1954, que se corresponde con la crisis enunciada en el capítulo anterior. Ahora, el interés debe centrarse en conocer la fase ascendente (1948-1954), pero antes puede hacerse un acercamiento a la idea de los dos modelos en conflicto: el de Suanzes y el de Lora Tamayo. Para ello resultan útiles los gráficos 5.2. y 5.2 bis.

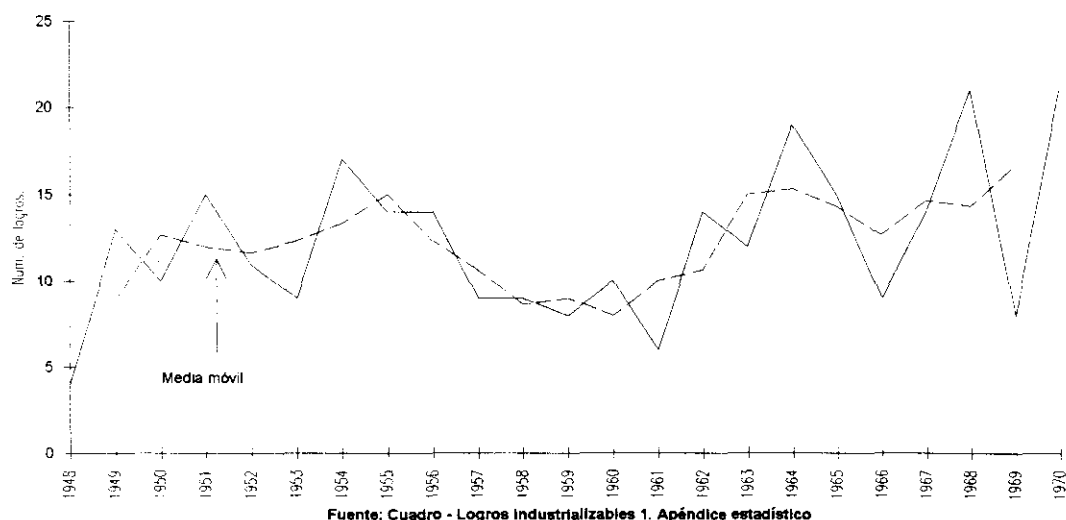
---

<sup>657</sup> En esta publicación se encuentra un repertorio de logros industrializables bajo el epígrafe de *algunos resultados obtenidos en los diversos centros* —CSIC (1971), pp. 66-79—.

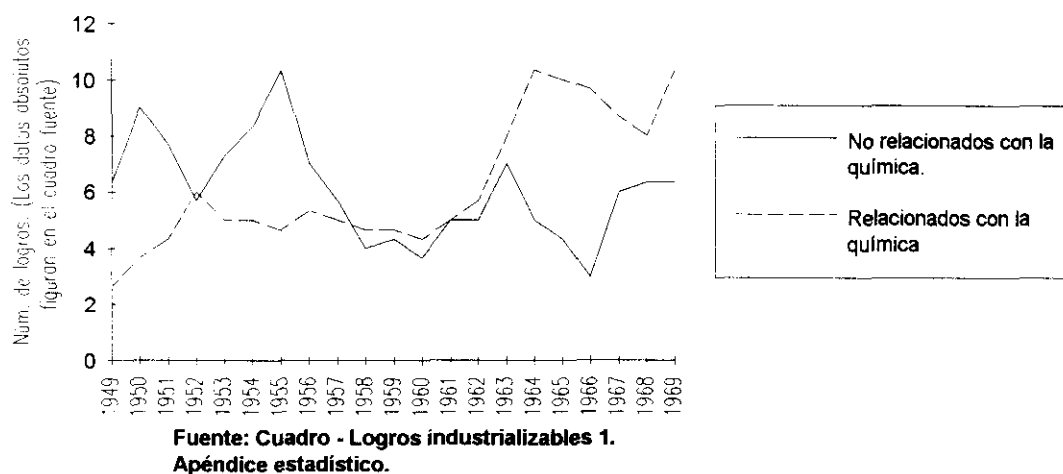
<sup>658</sup> Quedan excluidos de los logros los artículos de revistas.

<sup>659</sup> Los problemas que presenta utilizar este tipo de datos son similares a los que se encuentran cuando se investiga utilizando patentes como unidades de cuenta —Pavitt (1984) y Griliches (1990)—.

**GRAFICO 5.1. Logros industrializables del Patronato "Juan de la Cierva" (1948-1970).**

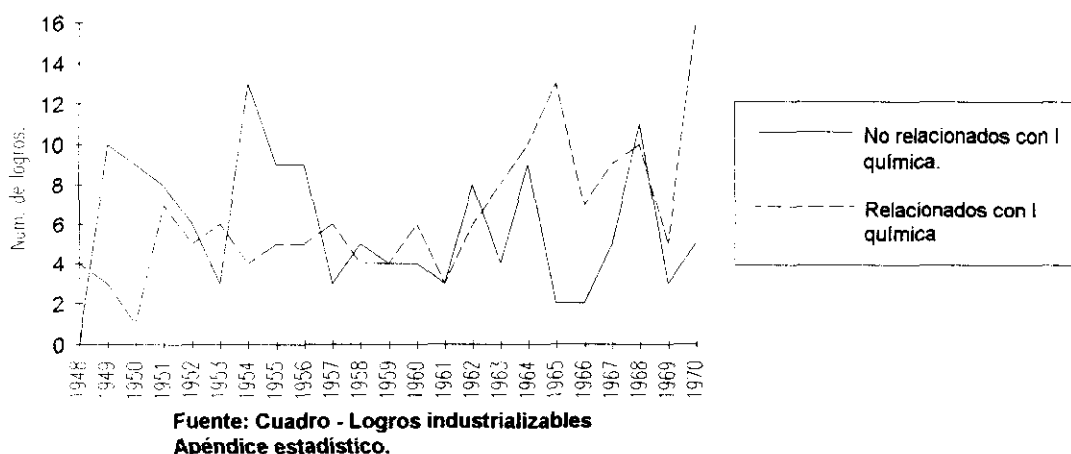


**GRAFICO 5.2. La importancia de la química en los logros industrializables del Patronato "Juan de la Cierva" 1948-1970. (Datos ofrecidos en medias móviles).**





**GRAFICO 5.2 bis. La importancia de la química en los logros industrializables del Patronato "Juan de la Cierva" 1948-1970.**



En el gráfico 5.2. se han dividido los logros en relación al área de investigación a la que pertenecen. El supuesto con el que se trabaja es que el "modelo de Suanzes" era exponente de los logros que se derivaban de los institutos coordinados con el PJC que pertenecían al INI, de los logros de los institutos que tenía fuerte influencia del INI (I Carbón, D Optica e IH Acero) y de los centros que más relacionados estaban con la Administración, y en particular con el ejército (IN Electrónica e ILT Quevedo). Por contra, el "modelo de Lora Tamayo" estaría en correspondencia con la química en general. Una vez divididos los logros según estos criterios se obtiene, lo que con un poco de atrevimiento, podría denominarse como "una crisis de tijeras entre dos modelos tecnológicos" (gráfico 5.2. y 5.2 bis.), el de Suanzes por una parte y el de Lora Tamayo por otra, cuyo eje de distanciamiento a la inversa estaría situado en torno al año 1959.

La presentación en términos agregados de la actividad tecnológica del PJC ha servido para delimitar temporalmente la crisis del "modelo de Suanzes". Ahora bien, partiendo del supuesto de que la crisis fue una consecuencia de la incapacidad del modelo para generar un acercamiento tecnológico, ese esfuerzo debió de darse en la

época de auge del modelo, es decir de 1946 a 1954. Es ahora el análisis del esfuerzo realizado en estos años en el que se centra la presente investigación. Con este fin, resulta apropiada la utilización de las herramientas teóricas del primer capítulo, y su aplicación al análisis agregado de los proyectos de investigación del PJC.

## **5.2 Los procesos de acercamiento tecnológico en el Patronato "Juan de la Cierva" entre 1946 y 1953<sup>660</sup>.**

En este capítulo el análisis agregado de los proyectos no va a ser solamente descriptivo, como en el apartado dedicado a las *trayectorias tecnológicas* del Patronato entre 1940 y 1945 (apartado 3.2.2.)<sup>661</sup>. La base de datos del periodo 1946-1953 ha sido diseñada para captar ante todo los fenómenos de acercamiento tecnológico<sup>662</sup>. De todas formas, se impone una presentación de los datos con las mismas características que se utilizaron para el período 1940-1945, pero con una salvedad. En el primer lustro de los años cuarenta el PJC era un proyecto del CSIC, mientras que a partir de 1946 era un proyecto ligado al INI. Este cambio determinó la orientación del Patronato, y fue esa orientación la que he intentado mostrar en los dos capítulos precedentes. Ahora se trata de investigar el intento y el fracaso del "modelo de Suanzes". El estudio sólo lo he fijado en la fase ascendente del "modelo", que gracias al análisis de los logros industrializables ha quedado delimitada entre 1946 y 1954. Dentro de este período la documentación ha puesto de relieve que en 1954 el "modelo de Suanzes" era incapaz de recuperar distancias con respecto a la industria,

---

<sup>660</sup> Antes de profundizar en este apartado y los siguientes es imprescindible leer el *Apéndice metodológico*.

<sup>661</sup> En el *Apéndice metodológico* se justifican las razones por las que se diferencian ambas bases en su concepción y objetivos.

<sup>662</sup> En el *Apéndice metodológico* se describen como se ha formalizado el indicador del proyecto tecnológico para la base que abarca el período 1946 - 1953..

la cual pasó a servirse de la importación de tecnología como método más eficaz para crear una base de conocimientos tecnológicos. Desde 1954 no tiene sentido investigar el proceso de acercamiento tecnológico asentado en el esfuerzo tecnológico nacional porque, en una situación de ingresos decrecientes, no pueden darse dichos procesos, a no ser que haya un cambio radical en la política científica que destine de forma más eficiente los recursos. Incluso cuando esto último sucedió, al inicio de los años sesenta, con el triunfo del "modelo de Lora Tamayo" y la aparición de la CAICYT, se realizó en una situación de ingresos crecientes. Como en cualquier caso dicho cambio no ocurrió después de 1954 queda, por tanto, delimitado el período de estudio a los siete años anteriores.

#### **5.2.1 La evolución de la actividad del Patronato "Juan de la Cierva" entre 1946 y 1953.**

Lo primero que se impone a la hora de analizar los proyectos de investigación es conocer su evolución numérica a lo largo del periodo estudiado. El cuadro 5.1. muestra que los proyectos (filas de TOTALES) fueron aumentando en número hasta 1951, fecha a partir de la cual empezó una caída seguida de una estabilización. En función de las tasas de crecimiento el esfuerzo más intenso se dio de 1949 a 1951 —hay que exceptuar 1946 - 1947 por el pequeño número de institutos que producían proyectos—. Dos cuestiones destacan en este cuadro: por una parte la elevación general en el número de proyectos entre 1950 y 1951 debida, en buena medida, al núcleo de institutos ligados al "modelo de Suanzes", como el IN Combustible, el IN Electrónica, el IH Acero, el I Soldadura, el INR Trabajo y el D Optica —sus medias anuales son las más altas tal como muestra el cuadro en su última columna, y su

participación con respecto al total de proyectos era de un 33,3 % en 1950 y de un 38,7 en 1951—, por otra parte, la caída notable de los proyectos entre 1951 y 1952, pero especialmente en el IN Combustible —sus tasas para los dos últimos años son del -25,6 % y del -48,3 %, ambas por debajo de la media— y en el I Forestal. La variación de este último se debió a que se trataba de un centro coordinado que había terminado sus proyectos en conjunto con el PJC. De hecho en 1954 ya no tenía relación directa con el Patronato.

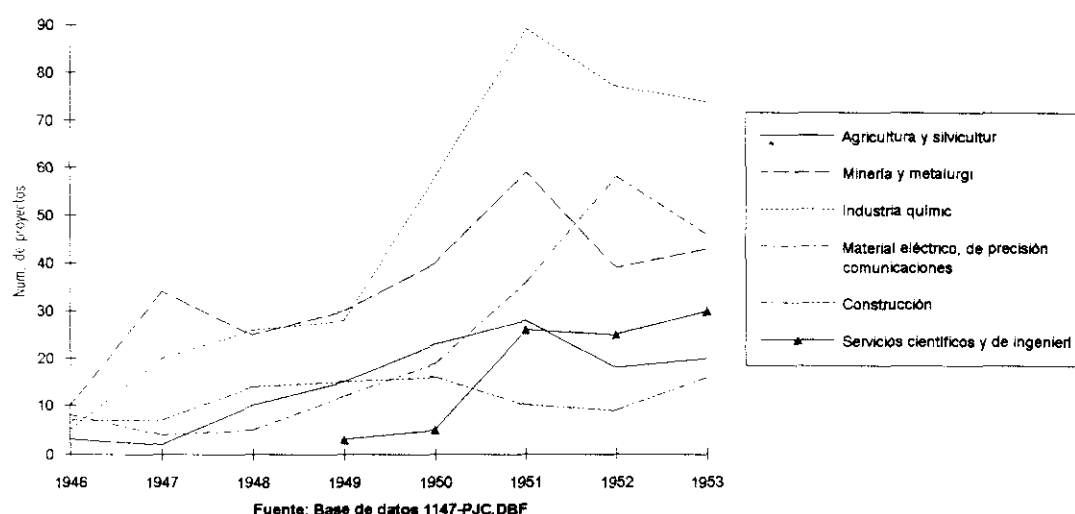
De esta primera aproximación quedan claros dos hechos, que el PJC ya tenía problemas en 1952 para seguir con el "modelo de Suanzes" y que éste empezó a romperse por el IN Combustible que asociaba al CI ENCASO, la Sección de Zaragoza y al I Carbón.

CUADRO 5.1. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1946-1953). División por institutos.										
	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	Totales	Media anual
ILT Quevedo			4	1	3	20	15	32	75	12,50
IIT Barcelona	6	9	8	18	12	13	14	11	91	11,38
IN Electrónica			2	6	8	19	36	26	97	16,17
Laffón - Seigás	5	2	3	3	4	6	2	3	28	3,50
D Óptica					5	15	18	14	52	13,00
D Silicatos					4	4	5	12	25	6,25
I Forestal			8	5	19	24	13	2	71	11,83
III Pesqueras				4	12	13	12	17	58	11,60
DQ Vegetal					5	20	5	14	44	11,00
IE Grasa		8	4	5	11	10	11	12	61	8,71
S Fermentaciones		5	7	6	4	11	9	7	49	7,00
D Plásticos		2	3	3	5	4	5	4	26	3,71
IN Combustible	12	8	13	18	17	39	29	15	151	18,88
IH Acero		29	6	5	10	8	13	10	81	11,57
I Soldadura			1	2	3	8	11	3	28	4,67
ITC Edificación	5	1	12	8	18	13	5	23	85	10,63
INR Trabajo				6	10	9			25	5,00
T Subvencionados		2	9	9	9	16	12	15	72	10,29
Otros	5	1				1	12	9	28	3,50
TOTALES	33	67	80	99	159	253	227	229	1.147	
Tasa de crecimiento		103,03	19,40	23,75	50,61	59,12	-10,28	0,88		
Fuente: Base de datos 1147-PJC.DBF										

La importancia de la química fue predominante en el PJC, tanto desde el punto de vista de los proyectos ligados al INI, a través del IN Combustible, como en lo referente a las investigaciones unidas a la química de los productos del campo —DQ

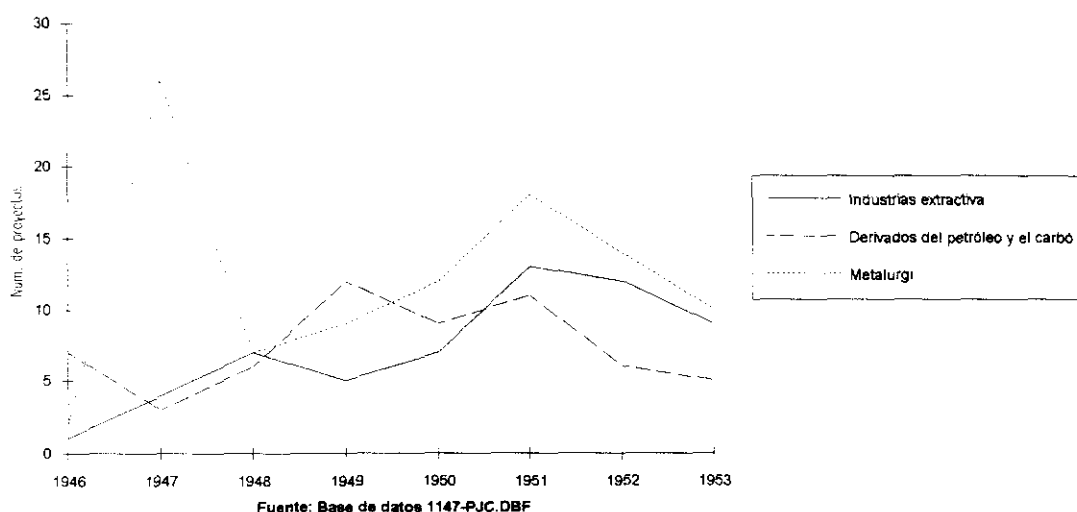
Vegetal, IE Grasa y S Fermentaciones— dependientes en última instancia de Lora Tamayo. En el gráfico 5.3. puede observarse, cómo fueron los proyectos relacionados con la química los que jugaron el papel más importante del crecimiento en el período 1949-51 y, también en el declive posterior, del cual sólo consiguieron salvarse los servicios científicos y de ingeniería, más los proyectos ligados a la construcción de edificaciones.

**GRAFICO 5.3. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1946-1953).**  
Tipos de productos industriales a los que se refieren los proyectos de investigación (clasificación ISIC).



El "modelo de Suanzes" realmente tuvo problemas desde muy pronto. El gráfico 5.4. muestra que ninguna de las iniciativas de los institutos más ligados al INI consiguió atenuar la fuerza con que incidió el descenso en el número de proyectos a partir de 1951. Además, se destaca el revés que se produjo en la evolución del número de los proyectos referidos a los productos derivados del petróleo y del carbón, es decir, los proyectos del IN Combustible, que ya en 1949 empezaron a disminuir.

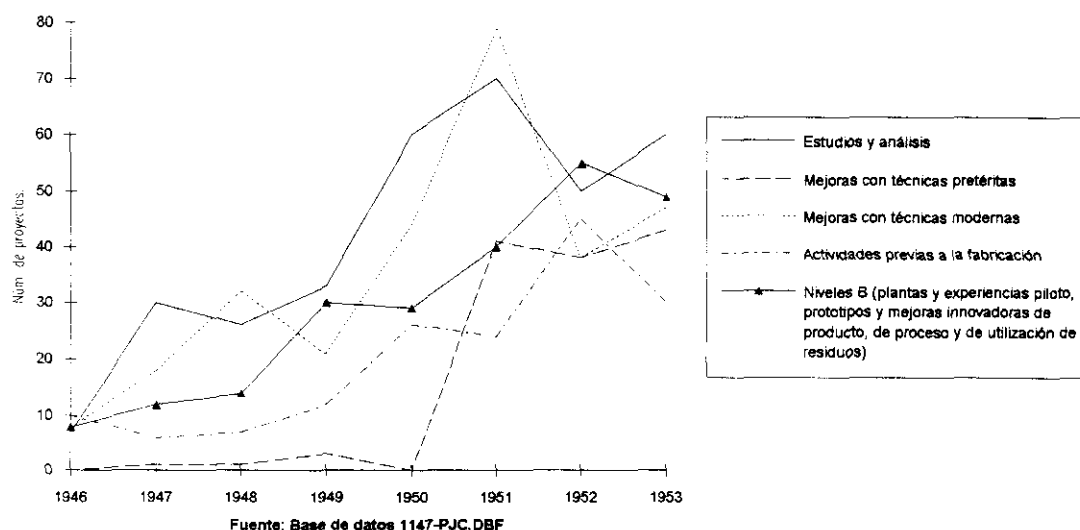
**GRAFICO 5.4. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1946-1953). Actividades industriales representativas de los institutos más ligados al INI (clasificación ISIC).**



El cambio de 1951 en la trayectoria de los proyectos también fue el fruto de la propia evolución de la actividad del Patronato. Después de cinco años de estudios e informes para que se iniciasen diferentes líneas de investigación era lógico que este tipo de trabajos descendieran, a la vez que fueran tomando mayor importancia los proyectos que estaban ligados directamente a las actividades previas a la fabricación —control de calidad, acomodación a normativas, manuales, utillaje y reproducciones, métodos de fabricación e I+D específica del inicio de la fabricación—. Este proceso se puede apreciar en el gráfico 5.5. Pero la transformación interna del PJC fue más rica que esta apreciación. Tras los estudios, informes y análisis rutinarios el segundo tipo de proyectos eran los que conseguían mejoras con las técnicas conocidas del momento —véase la curva de Mejoras con técnicas modernas del gráfico 5.5—. Es decir, el PJC asentaba gran parte de su labor en la asimilación de técnicas que estaban de acuerdo con la *norma internacional*, lo cual acreditaba al Patronato como una institución "al día" y dotada del material adecuado para realizar las investigaciones. Sin embargo desde 1950 esta situación varió. Un cambio fundamental en la evolución de los proyectos vino dado porque ahora eran aún más numerosos los proyectos que implicaban mejoras, pero el incremento no se basaba en técnicas

dentro de la *norma internacional*, sino que se asentaba en técnicas ya caducas o muy tradicionales. El problema provenía por dos caminos diferentes. Por un lado, estaban los nuevos institutos de química que se habían incorporado al PJC, como el DQ Vegetales. Este instituto estaba formalizando sus primeros trabajos y, lógicamente, no tenía la riqueza de medios suficientes para llevar a cabo mejoras con un alto valor añadido proveniente de la utilización de métodos avanzados de investigación, y sin embargo había iniciado numerosos proyectos<sup>663</sup>. Por otra parte, estaba el problema del ILT Quevedo, cada vez más impelido a tener que desarrollar sus prototipos con técnicas más artesanales que industriales. La esencia del problema del ILT Quevedo era la contradicción que radicaba en que cada vez tenía que hacer más modelos explotando el sistema de trabajo artesanal propio de un laboratorio. Como ya se ha expuesto, esta situación fue insostenible para el Instituto a mediados de los años cincuenta, y terminó resolviéndose en 1957 cuando su sección de talleres fue traspasada a ENOSA.

**GRAFICO 5.5. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" (1946-1953).  
División atendiendo a la complejidad del trabajo de investigación.**



<sup>663</sup> Las principales líneas de investigación de esta sección en 1952 eran el aprovechamiento de materias primas secundarias y residuos (triturado de algarroba para obtener zumos azucarados aprovechables en fermentaciones), y los estudios enológicos (planta piloto para mejorar la desulfatación del mosto) —CSIC (1953)—.

El gráfico 5.5. también ofrece una información que pone de manifiesto la intensidad del esfuerzo del PJC por conseguir el acercamiento tecnológico. Bajo el epígrafe de Niveles B se encuentran todos aquellos productos científicos y tecnológicos, que implican innovaciones, invenciones y mejoras dentro del "estado del arte" de cada área científica o tecnológica<sup>664</sup>. La curva del gráfico indica que el empeño en este tipo de proyectos fue el más constante. Carece de las pronunciadas variaciones de los otros niveles de complejidad en su tendencia general —véase también la tasa de crecimiento anual del cuadro 5.2. columna sexta—. Ahora bien, si se unen todas las demás categorías de proyectos bajo un epígrafe —niveles de tipo A— se obtiene una curva cuya tendencia es similar a la de los niveles B. De hecho, a lo largo del período las tasas de crecimiento anual media son semejantes: 35,34 y 30,27 respectivamente —véase el cuadro 5.2.—, pero es precisamente esta diferencia de 5,07 puntos la que indica hasta que punto el intento de acercamiento tecnológico se consiguió o no.

CUADRO 5.2. Proyectos de investigación del Patronato "Juan de la Cierva" según niveles de complejidad tecnológica.					
Años	Proyectos de niveles A	Proyectos de niveles B	Totales	TCA de los niveles A	TCA de los niveles B
1946	25	8	33		
1947	55	12	67	120,00	50,00
1948	66	14	80	20,00	16,67
1949	69	30	99	4,55	114,29
1950	130	29	159	88,41	-3,33
1951	214	40	254	64,62	37,93
1952	171	55	226	-20,09	37,50
1953	180	49	229	5,26	-10,91
Totales	910	237	1147		
TCA media (1946-1953)				35,34	30,27
Fuente: Base de datos 1147-PJC DBF.					
TCA = Tasa de crecimiento anual.					
Niveles A (estudios, análisis, actividades previas a la fabricación y mejoras con técnicas usuales)					
Niveles B (plantas y experiencias piloto, prototipos y mejoras innovadoras)					

<sup>664</sup> Desde el punto de vista teórico ya he expuesto la trascendencia de los Niveles de tipo B en el capítulo 1 —véase la figura 1.3.—.



### **5.2.2 El análisis de los niveles de complejidad tecnológica como método para mostrar los procesos de acercamiento tecnológico.**

Desde el punto de vista de la tendencia de la curva de los proyectos del nivel B en el gráfico 5.5 puede argumentarse que existió un intento de acercamiento tecnológico, y que fue de una intensidad notable, puesto que la tasa de crecimiento anual se situó en el 30,27, pero la cuestión es saber si realmente el esfuerzo proporcionó el acercamiento tecnológico al conjunto del PJC.

Para responder a esta cuestión lo primero que se debe hacer es plantear, qué es en síntesis un proceso de acercamiento. Aunque en el capítulo primero ya se ha incidido en ello, ahora es preciso relacionar la teoría con el análisis empírico del PJC, por ello se ha de dar una definición que sea útil en referencia a ese análisis. Entiendo por acercamiento tecnológico de una institución el éxito a la hora de mantener una actividad científica y tecnológica que permita tener cada vez una mayor productividad en los niveles de complejidad altos — del tipo B en la figura 1.3.—, en relación al conjunto de la actividad tecnológica que se desarrolla en dicha institución. Por tanto, el acercamiento tecnológico es un hecho que depende de los vínculos que se establezcan entre los niveles A y B de complejidad tecnológica. Cuando la tasa de crecimiento del nivel B supera, aunque sea mínimamente, a la del nivel A, entonces se puede suponer que se está frente a una institución o empresa que está consiguiendo un acercamiento tecnológico. La manera más sencilla de expresar matemáticamente esta noción es plantear una relación porcentual entre los proyectos de nivel A y el total de proyectos<sup>665</sup>. Lo que se obtiene es una curva que indica el equilibrio entre proyectos de tipo A y B por medio del tanto por ciento que representan los proyectos de nivel tipo B con respecto al total. Si la tendencia de la curva es estable o

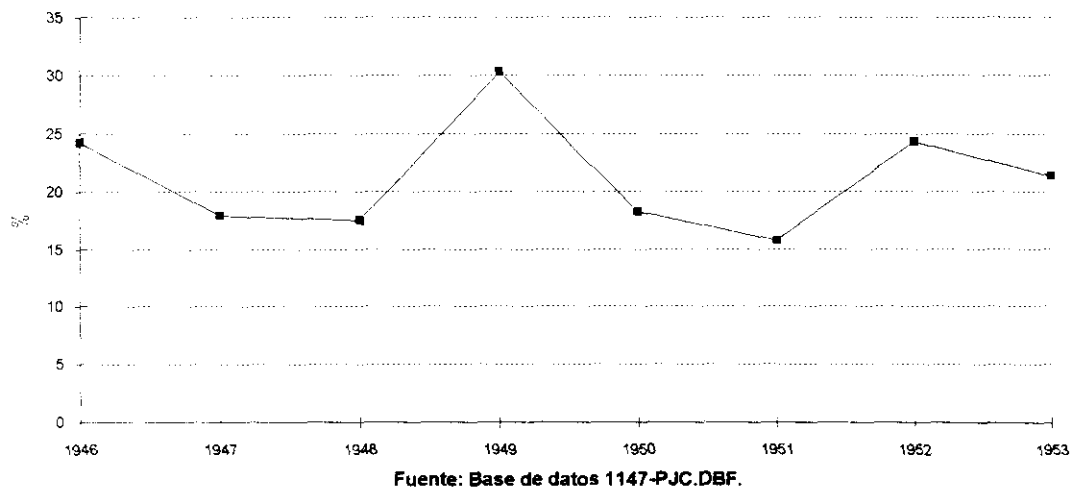
---

<sup>665</sup> En el *Apéndice metodológico* se advierte de la vaguedad de esta relación a la hora de identificar los fenómenos de acercamiento tecnológico. En última instancia el problema proviene de la calidad del indicador proyecto de investigación.

decreciente el fenómeno de acercamiento no se produce. Esta incapacidad estará determinada por dos variables: la falta de capital humano y la falta de recursos económicos. Cuando la incapacidad se debe al primer problema no cabe más medida que la formación previa de capital humano en instituciones dedicadas a tal cometido. Sin embargo, cuando el problema es debido a una falta de recursos hay dos opciones: un plan de ajuste de la institución hasta que la tendencia de los proyectos de tipo B sea creciente, o un incremento de los recursos con el mismo fin. Si se opta por una estabilización de la institución, adecuando el número de proyectos y su complejidad a los fondos existentes, hay que contar con el riesgo de aumentar la especialización en áreas científicas y tecnológicas cuyas "curvas de Wolf" estén en las fases III o IV. Cuando esto sucede es muy difícil cambiar la tendencia de la línea de los proyectos de tipo B, aún disfrutando de una situación de recursos crecientes, porque el grado de complejidad de la tecnología —en las fases III y IV— implica el gasto de recursos crecientes con resultados innovadores cada vez menores. En resumen, en toda estabilización hay que contar con la Ley de Wolf.

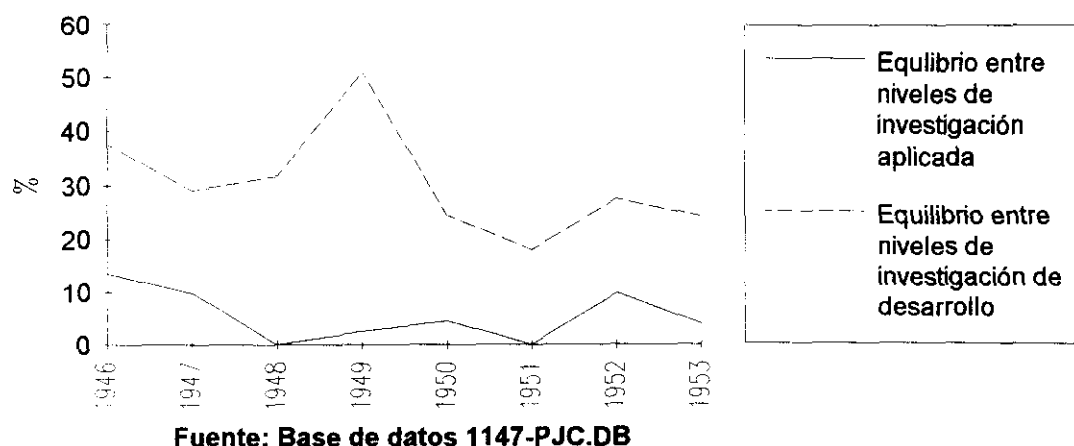
En el PJC la curva de equilibrio entre los niveles de tipo B y A tenía una tendencia ligeramente negativa, tal como muestra el gráfico 5.6. Ello indica que el acercamiento tecnológico no se consolidó en este período. Ahora bien, la tendencia casi estable oculta una realidad menos halagüeña. El PJC era una institución de investigación aplicada y, sobre todo, de investigación de desarrollo. Nunca realizó investigación básica, cometido que dejaba al CSIC, sino que sus proyectos estaban muy relacionados con los problemas industriales. Por tanto, es necesario descubrir que tendencia tenía el equilibrio tanto en los proyectos de investigación aplicada como en los de desarrollo.

**GRAFICO 5.6. Equilibrio entre los proyectos de investigación de los nivel A y B de complejidad tecnológica en el Patronato "Juan de la Cierva" (1946-1953).**



El gráfico 5.7 muestra las tendencias comparadas de los equilibrios tanto en investigación aplicada como en investigación de desarrollo. El equilibrio con respecto a la investigación aplicada fue inestable —en 1948 y 1951 no hubo proyectos de nivel B en investigación aplicada— y de escasa consideración —los proyectos de investigación aplicada de nivel B no superaron el 10 %—, pero su tendencia fue algo más positiva que la del conjunto de los proyectos. Ello se debe a que la investigación aplicada se realiza en las fases II y III de la "curva de Wolf" —véanse la figura 1.3. y el cuadro 1.1.—, por lo que resulta más sencillo poder realizar proyectos de complejidad tipo B. Por su parte, la investigación de desarrollo presenta una tendencia algo más negativa que la del conjunto del PJC. Téngase en cuenta que este tipo de investigaciones suelen darse en las fases III y IV de la "curva de Wolf", donde la complejidad tecnológica y las necesidades de recursos son superiores y, por tanto, resulta más difícil que se den los fenómenos de imitación y posteriormente los de enlace —véase la figura 1.3.—.

**GRAFICO 5.7. Tendencias comparadas de los equilibrio en investigación aplicada y en investigación de desarrollo (1946-1953).**



Dos pudieron ser las razones de esta incapacidad para provocar el acercamiento tecnológico por parte de los proyectos del PJC y en particular de los de investigación de desarrollo. Primera, la falta de capital humano, pero a juzgar por el gráfico 4.19, la incorporación del personal investigador fue relativamente constante. Aunque su tasa de crecimiento fue disminuyendo ligeramente a lo largo del período, nunca hubo una descapitalización humana. Por consiguiente, resulta difícil achacar la tendencia negativa de la curva de equilibrio entre los niveles A y B a la falta de investigadores. Segunda, la carencia de recursos financieros destinados a la investigación, mas en este período los ingresos fueron crecientes —véase el gráfico 4.2.—. No obstante, una mirada atenta a las partidas del gasto indica dónde radicaba posiblemente uno de los problemas. El gráfico 4.10. muestra que si bien los gastos fueron crecientes a lo largo del periodo 1948-1953, el esfuerzo dedicado a la construcción de edificios debió detraer fondos, que de haberse destinado a instrumentos y personal hubieran revertido en un mayor número de proyectos de investigación de nivel B. Ahora bien, no se puede olvidar que sin edificios no hay investigación. Puede decirse, que el PJC se esforzó en esta época por establecer una infraestructura para sus institutos —de la cual disfruta actualmente el CSIC—, creando

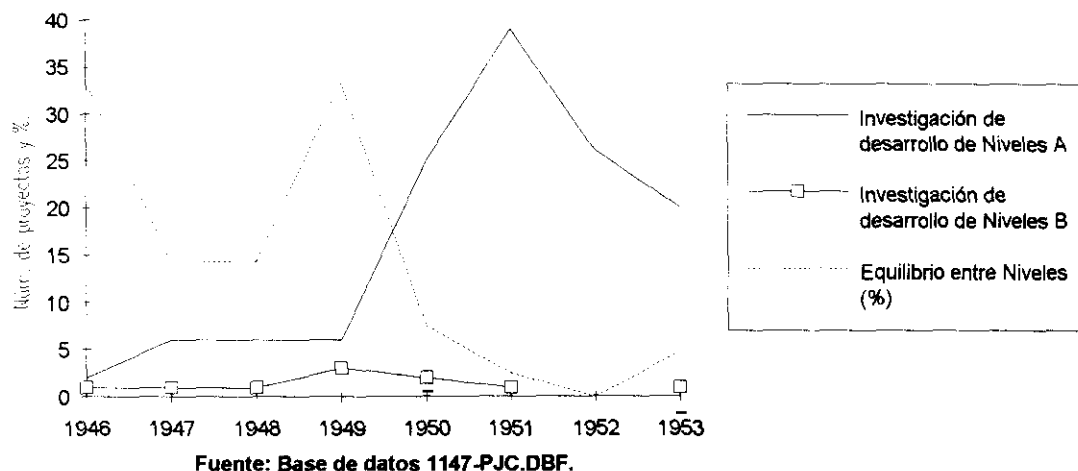
las bases para a partir de ese momento aumentar la investigación de niveles tipo B, pero que a la vez esto impedía que parte de los ingresos se emplearan en investigaciones más complejas.

Después de 1954, una vez finalizadas las primeras inversiones en edificios, el PJC estuvo en condiciones de potenciar sus investigaciones de nivel B, sin embargo, se encontró con que sus ingresos fundamentales (subvenciones estatales y exacciones a la industria) se habían estabilizado —véase el gráfico 4.2.—. La crisis de la institución empezó realmente en este momento, aunque también fue la consolidación de una fase en el que varios proyectos e innovaciones, que respondían a las directrices de política tecnológica marcadas desde mediados de los años cuarenta, estaban consiguiendo sus primeros logros. Sin embargo, era un mal momento para aquel tipo de proyectos de corte autárquico. La posibilidad de contar con mayores aportes de tecnología extranjera, en especial estadounidense desde 1953, debilitaron cualquier opción nacionalista. Esta situación quedó de manifiesto en los objetivos socioeconómicos implícitos en los proyectos. El caso más evidente donde se fracasó en el acercamiento tecnológico fue en el aprovechamiento industrial de residuos, un campo típicamente representativo del espíritu autárquico. El gráfico 5.8 presenta la curva de equilibrio entre los niveles A y B con respecto a los proyectos relacionados con dichos aprovechamientos. Su tendencia es claramente negativa. Incluso, se aprecia que el esfuerzo en los niveles B ya había entrado en un claro descenso desde 1951. Podría argumentarse que este decaimiento se debía a que el INI en 1952 intentó transformar las investigaciones en una aventura industrial, es decir, en la Empresa Nacional de Industrialización de Residuos Agrarios (ENIRA), y que por tanto, ya no eran precisos los proyectos en esta línea en el PJC. Pero, aparte de que ENIRA fue un fracaso desde el punto de vista industrial, lo cierto es que eran muchos los institutos y sus proyectos comprometidos con esta línea de investigación, independientemente de la actividad o no de ENIRA<sup>666</sup>.

---

<sup>666</sup> Buesa (1982), p. 276.

**GRAFICO 5.8. Niveles de complejidad tecnológica A y B en proyectos de investigación de desarrollo y su equilibrio. Objetivo: aprovechamiento industrial de residuos (1946-1953).**



ENIRA encontró su fundamento tecnológico en la línea de investigación denominada Plan de Aprovechamiento de Residuos Agrícolas del CI ENCASO. Bajo esta dirección se habían puesto a punto laboratorios e instalaciones semiindustriales para el estudio del aprovechamiento de los residuos de la filtración de lodos procedentes de mostos fermentados de la hidrólisis de garrofa, madera y leña de eucaliptos, jaguarzo, brezo negro, brezo blanquillo, jara, jara estepa, aulaga castellana, aulaga marroquí, arrayán, higo chumbo, pulpa de naranja y lentisco, los residuos lignocelulósicos para su estudio de briquetado, destilación a baja temperatura y coquificación, obtención de ácido piroleñoso, obtención de alquitrán soluble y acetato de cal bruto, extracción del caucho de Guayule para su prehidrólisis y briquetado y fermentaciones para obtener levadura alimenticia y otros productos químicos:

Durante el año [1952] quedó casi ultimada la instalación piloto para la producción continua de levadura alimenticia, lo que permite comprobar en escala adecuada el comportamiento de nuestros mostos, de composición variable, dada la variabilidad de la primera materia. Además, su funcionamiento nos proveerá, antes de la puesta en marcha de la instalación industrial, de las necesarias muestras para ensayos de utilización y propaganda, y hará posible

la extensión a gran escala de determinadas variantes ya expuestas y patentadas por nosotros.<sup>667</sup>

La fijación en los objetivos del aprovechamiento industrial de los residuos no supone una antítesis de la creatividad tecnológica, pero sí una acción contraproducente, porque concentra trabajo en proyectos que tienen muchas posibilidades de convertirse en superfluos. Además, puede aplazar la redistribución productiva de los buenos recursos, bien explotados eficazmente por españoles, bien abriendo la economía para que los extranjeros los exploten con más capital y mejor técnica.

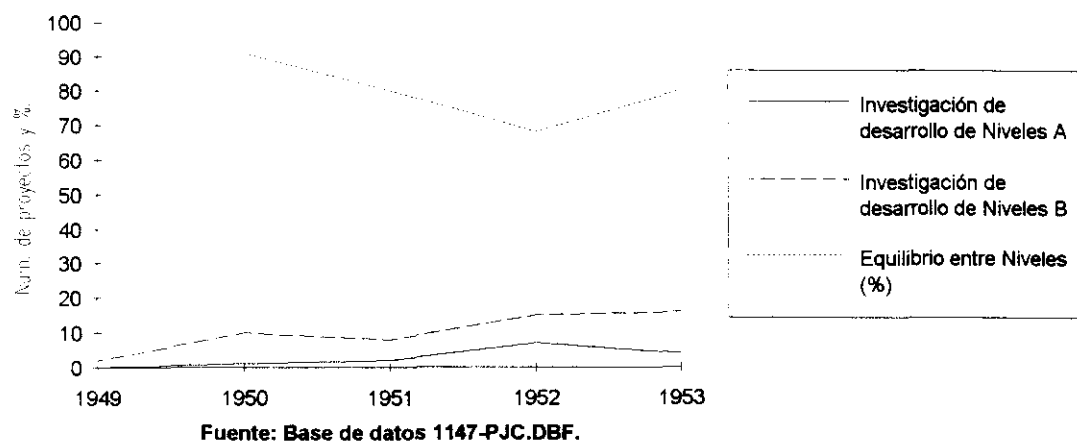
En el lado opuesto a lo que sucedía con los residuos estaba el excelente comportamiento de las telecomunicaciones, debido en su mayor parte a los prototipos diseñados por los científicos alemanes del IN Electrónica. El gráfico 5.9. no deja lugar a dudas<sup>668</sup>. El equilibrio entre los niveles A y B queda volcado absolutamente en favor de los niveles B, que nunca bajan de 68 % con respecto al conjunto de los proyectos. Evidentemente el IN Electrónica estaba situando sus proyectos o en la *frontera tecnológica* o muy cerca de ella.

---

<sup>667</sup> CSIC (1953), p.57.

<sup>668</sup> Como se especifica en el *Apéndice metodológico*, cuando la relación porcentual entre el nivel B y la totalidad de los proyectos supera el 50 % se entiende que el instituto o centro que se analiza ha logrado concluir su proceso de acercamiento tecnológico.

**GRAFICO 5.9. Niveles de complejidad tecnológica A y B en proyectos de investigación de desarrollo y su equilibrio. Objetivo: desarrollo de los transportes y las telecomunicaciones (1946-1953).**



En 1953 el IN Electrónica llegó a uno de sus mejores momentos desde el punto de vista tecnológico. Los diseños de los radares RXN, empezados a mediados de 1951, habían concluido con la construcción de varios prototipos. Los propios científicos catalogaban algunos de sus diseños como de segunda línea internacional, como el RXN-1, que estaba indicado para el seguimiento de vuelos de aviones y el movimiento de borrascas hasta 80 Km. Pero, otros radares como el RXN-2, adecuado para la artillería, o el GCA, indicado para el aterrizaje de aviones en situación de escasa visibilidad, incorporaban innovaciones en su manejo y prestaciones<sup>669</sup>. Prueba de ello es que la empresa alemana Einsenwerke Kaiserslautern se decidió a fabricarlos, pero el proyecto fue abandonado porque, en 1955, justo cuando se iba a empezar la producción en serie, EE.UU. apoyó con su armamento la defensa de Alemania, lo que saturó rápidamente el mercado germano<sup>670</sup>.

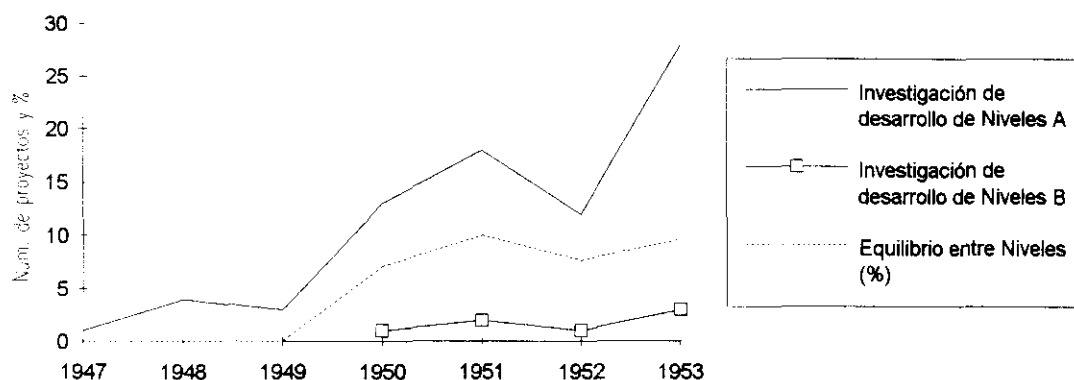
<sup>669</sup> CSIC (1954), p. 108-109.

<sup>670</sup> CSIC (1956), p. 113.



Otro éxito relativo de acercamiento tecnológico se consiguió en los proyectos relacionados con los minerales no metálicos. Aunque el número de proyectos no fue muy elevado la tendencia en el equilibrio entre niveles fue claramente positiva —véase el gráfico 5.10.—. Entre las líneas de investigación más destacables se encuentra la de las aplicaciones industriales de las bentonitas españolas para la obtención de jabones. Esta línea de investigación dependía del D Silicatos<sup>671</sup>. Pero realmente fue el ITC Edificación el que a través de sus trabajos sobre materiales de construcción encabezaría las investigaciones de minerales no-metálicos.

**GRAFICO 5.10. Niveles de complejidad tecnológica A y B en proyectos de investigación de desarrollo y su equilibrio. Productos relacionados con los minerales no-metálicos (1947-1953) (Clasificación ISIC).**



Fuente: Base de datos 1147-PJC.DBF.

La línea de investigación que más potenció estos trabajos fue el estudio de edificaciones modestas. En 1951 se estimó que se necesitaban 50.000 viviendas nuevas al año, lo que suponía una inversión de 3.000 millones de pts. anuales. Dado que la diferencia entre poder adquisitivo y costes era muy elevada, se necesitaban ahorros en la construcción como vía para ajustar las necesidades a las

<sup>671</sup> PJC CP 24-5-48, CP 4-2-49, CP 21-2-49 —la explicación de la manera de citar las fuentes del Patronato está en el apéndice *Fuentes* sección C—. CSIC (1953) y (1956), pp. 155 y 156.

inversiones. Para ello el ITC Edificación promovió la industrialización de la edificación como la única opción "posible y capaz de permitir que el ciclo producción, venta y arrendamiento sea cerrado económicamente y dé a los medios de producción los elementos necesarios para proseguir su marcha sin intervenciones exteriores".<sup>672</sup>

La misión del ITC Edificación fue el diseño de los elementos a construir (características mecánicas, condiciones de fabricación, materiales, diseño del utillaje para montaje y estudio de tiempos de operación). Cada proyecto de este tipo superaba el plazo del año y suponía el trabajo de varios especialistas. Por ejemplo, se calculaba que para los diseños de las piezas prefabricadas de 50 kg. se habían utilizado 10 toneladas de cemento para experimentar. El trabajo de ensayo dio lugar al estudio de resistencia e impermeabilidad de ladrillos, fortaleza de piezas de hormigón y calidades de yesos. Estos estudios marcaron la pauta por la que debían regirse los productores de los materiales a utilizar. Entre los objetivos se encontraban: la obtención de un hormigón pretensado de poco peso pero resistente para aumentar las economías de transporte, la sustitución de la madera exterior (dinteles) por hormigón para ahorrar madera escasa, la impermeabilidad del yeso y nuevos sistemas de obra de ladrillo. Con todo ello se estimó que se conseguía una reducción en los costes del 30% con respecto a los métodos tradicionales<sup>673</sup>. En 1953 los proyectos se estaban centrando en la posibilidad de aprovechar los subproductos de otras industrias y la incorporación de productos derivados del yeso<sup>674</sup>.

La trascendencia de las actividades económicas relacionadas con los proyectos de investigación presentados hasta aquí en este apartado, no es tan importante como lo que sucedía con los proyectos relacionados con la química, al menos a partir de 1950. El gráfico 5.11. muestra que el equilibrio entre los proyectos de los niveles A y B en la química sufrió un fuerte descenso entre 1949 y 1950, para después recuperarse

---

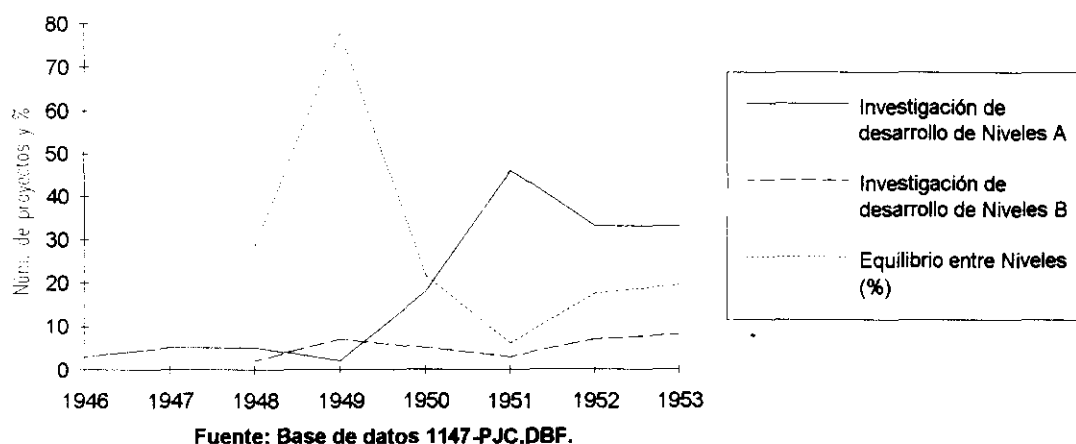
<sup>672</sup> CSIC (1952), p. 55.

<sup>673</sup> CSIC (1952), pp. 55-59.

<sup>674</sup> CSIC (1954), p. 29.

desde 1951. En buena parte esta tendencia siguió los avatares del IN Combustible, que era el que llevaba a cabo un mayor número de proyectos.

**GRAFICO 5.11. Niveles de complejidad tecnológica A y B en proyectos de investigación de desarrollo y su equilibrio. Proyectos relacionados con la industria química (1946-1953) (Clasificación ISIC).**



Sin embargo, en la recuperación que se da desde 1951 influyen otros proyectos, más ligados al "modelo de Lora Tamayo", como los aductos de urea del IE Grasa. Al menos en 1952 estas investigaciones entraron en la *norma internacional*:

Los resultados conseguidos en este tema superan los previstos en el plan de trabajo. Puede asegurarse que el Instituto marcha a la cabeza en las investigaciones mundiales sobre este tema, en lo que respecta a su aplicación a la Química de las Grasa; y reflejo de este hecho son las numerosísimas peticiones que se vienen recibiendo de copias de nuestras publicaciones sobre esta cuestión.<sup>675</sup>

Los logros fueron: un método para la preparación de aductos de urea basado en la flotación en disolventes, el descubrimiento de que la urea forma aductos con los mono y diglicéridos —publicado en la revista alemana *Fette und Seifen*—, la preparación y análisis de nuevos compuestos, la separación de las mezclas de ácidos

<sup>675</sup> CSIC (1953), p. 67.

grasos y resínicos —importante para la industria del papel—, la diferenciación de dos isómeros y la creación de una técnica nueva análoga a la cromatográfica, para estudiar el fraccionamiento de ácidos grasos con un grado de separación superior al de otras técnicas, que se usaban en aquellos años para analizar productos químicos<sup>676</sup>. Sin embargo, no fueron muchas las aplicaciones industriales que se consiguieron. En 1956 se iniciaron los estudios de formación de aductos con jabones en busca de mejores productos, pero no se alcanzó la fase industrial en ningún caso.

\* \* \*

---

<sup>676</sup> CSIC (1953), p. 68.

Antes de 1950 es difícil rastrear los procesos de acercamiento tecnológico en los diferentes institutos, porque el número de proyectos es muy bajo y la distorsión de los datos es notable. Es por esta razón por la que el análisis se ha realizado para el conjunto de la institución. Sin embargo, a partir de 1950 es factible seguir algunas líneas de investigación relacionadas con los niveles de tipo B dentro de cada centro, pero su importancia relativa decae con respecto a toda la institución. Ello es debido a que el PJC tuvo que potenciar los niveles de tipo A para, sencillamente, mantener la capacidad de imitar. Hubo, por tanto, un incapacidad general de la institución para mantener el esfuerzo en los niveles de tipo B. El PJC, tras su intento de capitanear un proceso de acercamiento tecnológico, hubo de conformarse con asegurar el conocimiento de la tecnología extranjera por medio de procesos de imitación basados en proyectos de nivel tipo A —véase en la figura 1.3. los procesos de imitación y los fenómenos de alcance tecnológico en relación a los niveles de complejidad tecnológica—.

La incapacidad del PJC por ser la institución directora de un proceso de acercamiento tecnológico produjo, desde mediados de los años cincuenta, una situación de falta de objetivos en la política científica y tecnológica. Al igual que en el que el capítulo precedente, se ha de hacer hincapié en que el fracaso, de principios de los años cincuenta, por conseguir el acercamiento tecnológico, fue el origen de los prejuicios que mantendrían alejadas la esfera de lo industrial de la de la tecnología de origen nacional. El siguiente apartado es un estudio de un caso particular que representa el tipo de oportunidades perdidas, que se dieron desde mediados de los años cincuenta, por culpa de los prejuicios que con respecto a la tecnología nacional se habían levantado en todos los rincones del Estado desde principios del decenio.

### 5.3 Un caso particular: el Instituto de Electricidad y Automática.

El IE Automática se incorporó al PJC en 1955, aunque su director, J. García Santesmases, siempre fue un hombre del Patronato. De hecho, si el IE Automática estaba en el CSIC no era porque tuviera vocación de centro de investigación básica, sino porque en 1950, trabajando en el D Optica desde 1947, chocó con los planes de Otero Navascués. García Santesmases se negó a ser un subordinado dedicado a la microscopía electrónica, como deseaba Otero Navascués, y decidió iniciar una línea de investigación relativamente nueva en España: el cálculo y control electrónicos, o en términos actuales la informática y automática<sup>677</sup>.

García Santesmases había llegado al D Optica después de una formación académica que se remontaba hasta 1930. Aquel año había obtenido el diploma de ingeniero de la Escuela Superior de Electricidad de París, después inició la carrera de Ciencias Físicas en Barcelona, que terminó un año antes de la guerra civil, en la que no tuvo un destacado papel. En 1940 entró de becario en el CSIC, donde se le adscribió a la Sección de Electricidad y Radiaciones del IIT Barcelona<sup>678</sup>. Aún quedaba en el antiguo IEMA el instrumental necesario para realizar su ilusión: una tesis que fuera una aportación internacional. Para conseguirlo lo primero que hizo fue escoger una materia, la ferorresonancia, en la que ningún español había trabajado.

En 1943 leyó su tesis *Contribución al estudio de la ferorresonancia y de la autoinducción* que logró el premio "Juan de la Cierva" de ese mismo año<sup>679</sup>. Este trabajo representaba un estudio pormenorizado del fenómeno de la ferorresonancia. Trataba de forma completa, tanto bajo el punto de vista teórico como experimental, la

---

<sup>677</sup> V. Aleixandre publicó un resumen de la historia del IE Automática en 1977 —Aleixandre (1977).

<sup>678</sup> García Santesmases encaja en la generación que A. Nieto ha señalado como la reconstructora de la actividad científica, porque cuando estallo el conflicto civil aún no habían terminado su formación y, por ello, estuvieron en disposición de llevar a cabo su labor sin injerencias de tipo político —Nieto (1985)—.

<sup>679</sup> García Santesmases (1943).

ferroresonancia en paralelo que hasta entonces sólo se había estudiado, en el mundo, de forma fragmentaria y accidental. García Santesmases señalaba algunas aplicaciones del fenómeno por él estudiado, como la construcción de estabilizadores de tensión, multiplicadores de frecuencia y sistemas de control automático.

Ese mismo año accedió a la categoría de Ayudante de la Sección de Electricidad del Instituto "Alonso Santa Cruz" del CSIC, y en 1944 consiguió la cátedra de Física Teórica y Experimental de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada. A partir de este momento, buscó un terreno de investigación más complejo y amplio, en ebullición. Trabajó en magnetismo y en semiconductores<sup>680</sup>, pero la preparación de la oposición a la cátedra de Física Industrial de la facultad de Ciencias de Madrid le restó tiempo para la actividad investigadora hasta que la obtuvo en 1946. Al año siguiente ya era jefe de la Sección de Optica Electrónica del Instituto de Optica "Daza Valdés", además participó como vocal en la CTE de Electrónica del PJC presidida por Terradas<sup>681</sup>. A pesar de que en su puesto del CSIC investigó la microscopía electrónica<sup>682</sup> había crecido en él su interés por la ciencia de las computadoras y reconoció en esta rama lo que buscaba. En 1949 publicó su primer artículo sobre el tema<sup>683</sup>.

Aún contando con el entusiasmo propio, hubo un hecho determinante de su compromiso con la ciencia de las computadoras: el viaje que García Santesmases realizó a la Universidad de Cambridge (Reino Unido). El objetivo de la estancia era estudiar microscopía electrónica, así como practicar con los microscopios de estas características, ya que él había participado en la instalación de uno en el Instituto "Daza Valdés" del CSIC. Fue becado para ello por el CSIC y en 1949 marchó al Cavendish Laboratory cuya sección de microscopía electrónica dirigía el Dr. Cosslet.

---

<sup>680</sup> García Santesmases (1943b) y Baltá y García Santesmases (1944).

<sup>681</sup> CSIC (1947b).

<sup>682</sup> García Santesmases (1948) y García Santesmases y Mañas (1948).

<sup>683</sup> García Santesmases y Mañas (1949).

En Cambridge se encontraba a su vez el "University Mathematical Laboratory" donde el profesor Wilkes trabajaba en la construcción del prototipo de la EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Calculator). Fue terminada en 1950 y era análoga a la norteamericana EDVAC (1948) sucesora de la ENIAC (1946). La EDSAC fue la primera computadora propiamente dicha que se construyó de acuerdo con las ideas de Von Neuman, en particular la incorporación del programa en la unidad de memoria<sup>684</sup>. También visitó el National Physical Laboratory de la Universidad de Manchester donde el profesor Williams estaba llevando a cabo los estudios experimentales de un nuevo tipo de máquina de cálculo. En el Reino Unido García Santesmases percibió el "estado del arte" en lo referente al mundo de la computación. Dedujo que la tecnología aún no había dado el salto a la esfera de lo industrial, por lo que era posible acercarse tecnológicamente a la *norma internacional* haciendo un esfuerzo en investigación aplicada. En otras palabras, con respecto a una "curva de Wolf" la situación a la que se enfrentaba García Santesmases se situaba entre las fases II y III —véanse las figuras 1.1., 1.2. y 1.3. del primer capítulo—. Difícilmente se podría alcanzar al Reino Unido y mucho menos a EE.UU., pero García Santesmases sí albergó la idea de entrar en la *norma internacional* al mismo nivel que Bélgica, Suiza, Francia, Suecia y Holanda, países cuyos proyectos más remotos eran de 1947. En Suiza se había construido una máquina de relés, que funcionaba desde agosto de 1950, en el Instituto de tecnología de Zurich. En Suecia, en abril de 1950, se inauguraba la BARK de relés y, en 1951, se estaba trabajando en una máquina electrónica. En Francia ya en 1947, se comenzó el proyecto de una máquina aritmética electrónica, y, hacia 1951, su construcción. Algo parecido pasaba en Bélgica y Holanda donde sus proyectos no se habían fraguado aún en 1951<sup>685</sup>.

---

<sup>684</sup> Goldstine (1972).

<sup>685</sup> García Santesmases (1950) y (1951).



García Santesmases permaneció en Cambridge seis meses y regresó con el plan de formar una unidad de investigación en computadoras. En enero de 1950 nació el Departamento de Electricidad del patronato "Alfonso el Sabio" del CSIC, que constituyó la base del futuro IE Automática. García Santesmases contó con el apoyo de Albareda para iniciar aquella experiencia que no fue bien admitida por parte de Otero Navascués, ya que el Instituto de Optica perdía a un investigador bien formado, a la vez que dejaba de controlar directamente una rama de la física aplicada. Aquel mismo mes de enero el Departamento ya emitió un primer informe donde se señalaba que habían comenzado el estudio de un proyecto de construcción completa de una máquina de cálculo digital.

Los sacrificios y dispendios ocasionados para lograr en nuestro país una máquina calculadora de este tipo (digital), sin duda alguna, estarían compensados, con creces, por el interés nacional de la misma, dada su contribución tanto a la ciencia pura y a la técnica como la ciencia estrictamente militar.<sup>686</sup>

García Santesmases diseñó un proyecto cuyo objetivo final era la fabricación de computadoras. La estrategia de este proyecto puede analizarse de acuerdo a las variaciones de los componentes del coste de entrar en la tecnología de computadoras en función de las cuatro fases del ciclo de vida de esa trayectoria a principios de los años cincuenta. Las decisiones que fue tomando García Santesmases pueden seguirse de acuerdo con la figura 1.4. del capítulo primero. Lo primero que decidió García Santesmases fue formar en España un grupo de especialistas en la materia, dado que los conocimientos científicos y tecnológicos eran lo que más iba a necesitar a corto plazo —véase la figura 1.4 gráfica inferior izquierda—. En octubre de 1950 Rodríguez Vidal marchó a Cambridge donde trabajó durante un año en la máquina EDSAC, bajo la dirección del profesor Wilkes; más tarde salió González Ibeas hacia Birmingham a trabajar en servomecanismos con el profesor Tustin. Al principio del año 1951 García Santesmases comenzó a colaborar en el Computation Laboratory de la

---

<sup>686</sup> García Santesmases (1950)

Universidad de Harvard (EE.UU.) bajo la dirección de H.H. Aiken, creador de la primera gran computadora digital completamente automática construida en colaboración con la empresa IBM durante el período 1937-1944. La escuela que formó H.H. Aiken en Harvard contaba con muchos "alumnos" (especialistas europeos en la materia) que retomaron a sus países para participar en los programas de creación de computadoras que se desarrollaron a lo largo del decenio de los años cincuenta en Europa. Allí pasó Santesmases quince meses familiarizándose con la tecnología sobre calculadoras electrónicas digitales, y durante su estancia desarrolló un circuito de la máquina MARK IV que se estaba construyendo<sup>687</sup>. Con esta aportación García Santesmases iniciaba un fenómeno de acercamiento tecnológico, situando una aportación suya en la *frontera tecnológica*. Pero el fenómeno de acercamiento fue más rico de lo esperado. En el período que permaneció en este laboratorio García Santesmases descubrió la posibilidad de aplicar la ferorresonancia a los circuitos de cálculo y control digitales, aprovechando las características de *biestabilidad* que ésta tenía<sup>688</sup>. Esto era todo un fenómeno de acercamiento tecnológico fruto de la combinación de dos tecnologías que se aunaban en la *trayectoria tecnológica* de las computadoras: la ferorresonancia y los circuitos *biestables* de cálculo y control —situándonos en la figura 1.2. García Santesmases estaba en el punto  $\pi$ " A - pt B—

Los fenómenos ferorresonantes tienen lugar en circuitos constituidos por una capacidad, una bobina de autoinducción con núcleo de hierro y una resistencia, conectados en serie y alimentados por una tensión alterna, o bien, conectados en paralelo y alimentados por un generador de tensión alterna y corriente constante. En ambos casos se obtienen dos estados estables operativos, bajo ciertas condiciones<sup>689</sup>.

---

<sup>687</sup> García Santesmases (1951-1952).

<sup>688</sup> García Santesmases (1952).

<sup>689</sup> García Santesmases (1952b).

La innovación de García Santesmases fue el circuito *biestable* ferorrresonante aplicable a computadoras —haciendo referencia de nuevo a la figura 1.2. se trataría de una innovación del tipo de las representadas por *pi AB*—. Este circuito tuvo un nacimiento lógico y natural dados los conocimientos y experiencia en ferorrresonancia y tecnología de computadoras de García Santesmases, quien años más tarde dijo:

Fue hacia la mitad de mi estancia en el Computation Laboratory cuando se me ocurrió la idea de los *biestables* ferorrresonantes. Podéis creerme si os digo, que lo explico aquí porque no es ningún mérito extraordinario por mi parte; de lo que debo excusarme es de que no se me ocurriera antes. En efecto, la *biestabilidad* que presenta la característica ferorrresonante sugiere la construcción de un dispositivo *biestable* de funcionamiento análogo a los que hasta entonces se realizaban con válvulas y más adelante con transistores. (...) la asociación de mi conocimiento de los elementos *biestables* utilizados en las computadoras, juntamente con el de la ferorrresonancia que subyacía en mi memoria, fue lo que produjo el clima adecuado para que surgiera la idea de estos elementos.<sup>690</sup>

Esta nueva aplicación de la ferorrresonancia apareció dentro de las investigaciones para la realización de la MARK IV, que era un proyecto tecnológico de gran envergadura, con un presupuesto amplio; un proyecto tecnológico capaz de cumplir sus objetivos iniciales y crear líneas de investigación según se desarrollaba. García Santesmases podía haber llegado a relacionar ambas tecnologías (ferorrresonancia y computadoras) en España, pero la idea no hubiera podido materializarse tan rápidamente como se hizo en EE.UU.

Curiosamente, aunque la manifestación de la ferorrresonancia había sido muy poco estudiada en EE. UU. se dio un fenómeno de descubrimiento simultáneo, como los señalados por R.L. Heilbroner —véase el apartado 1.1. del capítulo primero—, lo cual confirmaba que García Santesmases estaba plenamente incorporado a la *frontera tecnológica*. C. Isborn, un investigador californiano que también tenía una doble formación en computadoras y en ferorrresonancia, diseñó en 1952 un circuito de

---

<sup>690</sup> García Santesmases (1979), p. 21 y 22.

similares características que el de García Santesmases, aunque de inferiores prestaciones<sup>691</sup>.

Las estancias en el extranjero, y muy especialmente en EE.UU., habían modificado las expectativas del plan inicial de García Santesmases. No sólo se había conseguido formar un equipo con conocimientos científicos y tecnológicos dentro de la *norma internacional*, sino que se había alcanzado la *frontera tecnológica* por parte de García Santesmases en EE.UU. El proyecto inicial de formar un centro de diseño de prototipos de computadoras debía modificarse, porque el reto ahora era doble, ya que García Santesmases estaba obligado a mantenerse en el "estado del arte", es decir, entre la *norma* y la *frontera*. Para ello había que potenciar la línea de investigación abierta con los circuitos ferromagnetos aplicables a computadoras, puesto que era en ese campo donde García Santesmases y su equipo tenían mayores ventajas comparativas con respecto al resto de competidores que deseaban colocar innovaciones en la *frontera tecnológica* de la *trayectoria* de la tecnología de computadoras. Fue en esta coyuntura en la que García Santesmases tuvo que tomar una opción de política tecnológica: o quedarse en EE.UU. y desarrollar la ferromagnetancia dentro de la Universidad de Harvard, o volver a España y llevar a cabo su proyecto inicial más el desarrollo de la ferromagnetancia. La decisión tomada fue la segunda. Téngase en cuenta que en 1952 el "modelo de Suanzes" era potente, y que el proyecto de García Santesmases podía amoldarse a él. Por ello García Santesmases decidió volver dejando atrás dos ofertas, una de la Universidad de Harvard con el apoyo de H.H. Aiken, y otra de una pequeña compañía privada formada por algunos de los colaboradores de Aiken.

### 5.3.1. Los circuitos *biestables* ferromagnetos.

---

<sup>691</sup> Isborn (1952).

En 1952 existían cinco tecnologías en la *trayectoria tecnológica* en la obtención de circuitos de cálculo y control de las computadoras: electromecánica que utilizaba relés, electrónica basada en tubos de vacío, ferorresonancia, rectificadores de selenio o germanio y electrónica relacionada con los transistores. La tecnología de los relés había entrado en letargo, aunque IBM seguía comercializando la SSEC que era un híbrido entre relés y tubos de vacío. Estos últimos estaban marcando la *frontera tecnológica* con prototipos como la UNIVAC I y la MARK IV, en la que García Santesmases había trabajado. Las tecnologías de los rectificadores al igual que la ferorresonante habían entrado en una fase experimental para intentar sustituir a los delicados tubos de vacío, que se fundían con facilidad, gastaban mucha energía, se calentaban en exceso y ocupaban grandes espacios. Por su parte la tecnología de los transistores aún estaba en el laboratorio con respecto a su aplicación a las computadoras. De estas cinco tecnologías tres, ferorresonancia, rectificadores y transistores, entablaron la disputa por hacerse con el liderato de la *trayectoria tecnológica* de las computadoras.

La tecnología ferorresonante, al igual que la de los rectificadores, presentaba frente a los tubos unas ventajas similares a la de los transistores, pero a su vez éstos podían superar esas mismas características: menor peso, tamaño y gasto de energía, mayor solidez y eran más manejables y fiables. De todas formas, cuando García Santesmases desarrolló el circuito *biestable* (1952), aún no estaba claro que el transistor pudiera sustituir a corto plazo el tubo de vacío. Realmente no sería hasta 1959, año en el que Fairchild Semiconductor sacó al mercado el circuito integrado, cuando se aclararía la *trayectoria* en favor de los transistores.

Con respecto a la ferorresonancia, tras las primeras publicaciones de García Santesmases y Isborn, se sucedieron un buen número de trabajos internacionales

sobre el tema, en los que el equipo del Departamento de Electricidad y Automática jugó un importante papel, influyendo en los trabajos de los investigadores que en todo el mundo estaban ya explorando esta nueva posibilidad. En especial IBM y RCA estaban interesadas en desarrollar circuitos ferorresonantes capaces de realizar las funciones lógicas para poderlos patentar.

García Santesmases meses antes de terminar 1952 ya había convocado a los tres científicos que habían sido becados por el CSIC para diseñar un plan intensivo en el que se marcaron tres líneas de investigación: calculadoras analógicas, digitales y estudios en ferorresonancia. La estrategia para permanecer por encima de la *norma internacional* era aumentar el valor añadido de los tres proyectos de investigación. Para ello había que aumentar los medios de investigación, con lo que se necesitaban más ingresos y capital humano. García Santesmases estaba convencido de que las directrices de la política tecnológica iban a su favor, o lo que es igual, que el "modelo Suanzes" estaba en vigor. El Departamento empezó a tener problemas de insuficiencia presupuestaria y de imposibilidad de aumentar la plantilla fija. En 1954 el proyecto había avanzado poco y, sin embargo, las necesidades fijas de inversión crecían. Se había perdido un tiempo valioso. Mientras tanto Japón había iniciado un programa para fabricar el primer circuito ferorresonante comercial: el *parametrón*.

García Santesmases estimó que el regreso al PJC podría proporcionar los fondos necesarios, pero la entrada del Departamento en 1955 coincidió con el inicio de la crisis del Patronato. Este desestimó aquel mismo año una mayor ayuda para su grupo. Se continuó a duras penas la investigación en ferorresonancia al tiempo que se logró realizar el primer analizador analógico español<sup>692</sup>.

Entre tanto se sucedieron las publicaciones sobre ferorresonancia en EE.UU., Europa y Japón. En la crisis general del PJC el equipo de García Santesmases fue

---

<sup>692</sup> García Santesmases, González, Civit y otros (1955).

olvidado ante la mirada atónita de la comunidad científica internacional, la cual reaccionó en 1956. H.H. Aiken indicó al Organismo para la Investigación de las Fuerzas Aéreas Americanas en Europa (EOARDC) que en el PJC se encontraban algunos equipos de investigadores que era interesante apoyar económicamente. La entrada de recursos norteamericanos hizo posible la realización de algunas de las aspiraciones del IE Automática, nombre que adoptó a partir de aquel momento. Se formalizó un contrato entre el EOARDC y el Instituto, en abril de 1957, mediante el cual el IE Automática se comprometía a realizar un programa de investigación sobre sus sistemas ferorresonantes de cálculo y control durante un período de dos años que, posteriormente, se prorrogó tres años más.

Los fondos necesarios para pagar al personal y comprar los materiales fueron suministrados por el EOARDC, mientras que la labor científica y su realización técnica estuvieron en manos del equipo investigador del Instituto. Según el propio organismo contratante la inversión en el IE Automática fue uno de los primeros y más importantes contratos realizados en Europa.

De aquel contrato han quedado cinco informes en los que se reflejan las investigaciones en circuitos *combinacionales* partiendo del elemento básico ferorresonante. Se obtuvieron los circuitos de decisión necesarios para las operaciones lógicas fundamentales en computadoras digitales: "y", "o", su asociación, e "inhibición". En una segunda fase los trabajos se concentraron en la aplicación de aquellos circuitos a sistemas ferorresonantes de cálculo. Así se obtuvieron el *semisumador*, el sumador, el registro de desplazamiento y se desarrolló un sistema completo de lógica de circuitos ferorresonantes<sup>693</sup>.

La labor del Instituto demostró que los elementos ferorresonantes podían utilizarse en todo tipo de circuito, mientras que otros estudiosos internacionales como

---

<sup>693</sup> García Santesmases y equipo del IEA (1958), (1959), (1960), (1961) y (1962).

Cutler, Arbon & Jones y Proebster presentaban el empleo de elementos ferromagnetos sólo como elementos de memoria intermedios<sup>694</sup>. El IE Automática volvía a situarse por encima de la *norma internacional* y su objetivo era muy preciso: poder ofrecer una tecnología ferromagnetica competitiva frente a la de los transistores. En 1958 se consiguió reducir el tamaño del circuito entre medio y un centímetro. En 1959 se aumentó la eficacia siguiendo el prototipo japonés *parametrón*, que ya estaba instalado en algunos ordenadores de aquel país. En 1960 se intentó encontrar materiales magnéticos muy delgados para mejorar las prestaciones, pero la tecnología ferromagnetica había llegado a la fase IV de su curva de Wolf, es decir, los incrementos de prestaciones de los circuitos eran mínimos y cada vez más costosos. Se había intentado hacer competitiva la tecnología, pero no se había logrado plenamente:

Aunque la frecuencia de operación máxima no es tan alta comparada con otros elementos usados para computadoras, los elementos ferromagnetos son muy interesantes en sistemas de moderada velocidad de resolución, como son los circuitos de control digital en los que la velocidad requerida no es tan fuerte. Como circuitos de estado sólido, su fiabilidad, la larga vida de sus componentes, y las facilidades en la salida de información así como de su manejo, hacen que sea adecuado para este campo.<sup>695</sup>

Los circuitos ferromagnetos aún en 1960 tenían un campo potencial de utilización, como indicaba el informe final del Instituto para el EOARDC, pero ya era inútil pensar en ellos como sustitutos de los tubos de vacío, pues el transistor cumplía aquella función de forma más adecuada. La lid con el transistor había concluido, pero si el IE Automática hubiera dispuesto de los años que se perdieron entre 1953 y 1957 habría diseñado con anterioridad el *parametrón* adelantándose a los japoneses, pudiendo haber disfrutado de los royalties en el mercado mundial por lo menos durante un par de años<sup>696</sup>. Por muchos esfuerzos que realizó el IE Automática, en

---

<sup>694</sup> García Santesmases, Alique y Lloret (1960).

<sup>695</sup> García Santesmases y equipo del IEA (1960), conclusiones.

<sup>696</sup> Un resumen de todo el trabajo desarrollado en ferromagnetica aplicada a computadores en el mundo puede leerse en García Santesmases (1972) y Nalcez (1972).



1955 construyeron el Analizador Diferencial Electrónico para demostrar su capacidad como ingenieros de I+D, lo cierto fue que sus proyectos nunca les fueron admitidos por los responsables de la política tecnológica, en especial la construcción de una computadora, de la cual, aún sin los medios adecuados se logró construir su unidad aritmética.

### **5.3.2. Dos proyectos de investigación: el Analizador Diferencial Electrónico (ADE) y la Unidad Aritmética Digital (UAD)**

El ADE era una máquina analógica electrónica encuadrable en la primera generación europea de este tipo de diseños. Fue proyectado a finales de 1952 y terminado en 1954. Permitía la resolución de ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes y variables, y también la obtención de ecuaciones diferenciales no lineales. Su origen fue puramente académico. Durante el curso de doctorado del período 1952-53, bajo el título de "Computadoras Electrónicas" en la cátedra de Física Industrial de la Complutense, García Santesmases se planteó la construcción de una máquina analógica para desarrollar, en lo sucesivo, las prácticas experimentales. Como el objetivo era educativo y experimental el CSIC estuvo de acuerdo en aprobar una partida extra de un millón de pts. para que el IE Automática realizara el proyecto.

El ADE fue la primera calculadora electrónica construida en España. Aparte del mérito que ello ya de por sí representaba, contaba con unidades de cálculo cuyo diseño era original, como el generador de funciones de una variable y el multiplicador, que constituían por sí mismas una aportación dentro de la *norma internacional*. El ADE fue presentado en las "Journées Internationales du Calcul Analogique" celebradas en

septiembre de 1955 en Bruselas<sup>697</sup>. Logró de partida el reconocimiento científico y gubernamental con el premio en equipo "Juan de la Cierva" 1954. También fue valorado internacionalmente, como lo demuestra su acogida en Bruselas en 1955 y la presencia de referencias y reseñas en libros de la especialidad<sup>698</sup>.

La UAD fue sólo la parte que se pudo construir de una computadora digital que proyectó García Santesmases y su equipo a principios de los años cincuenta. La UAD era un acumulador electrónico digital que permitía sumar números de ocho cifras decimales en un tiempo inferior a un milisegundo. La técnica básica que sirvió para la realización física de casi todas las funciones lógicas necesarias fue la de los circuitos de conmutación con rectificadores de selenio. Estos circuitos presentan dos estados que son el de resistencia al paso de corriente y el de ausencia de resistencia análogos al encendido y apagado de los tubos de vacío. Los rectificadores de selenio frente a los de germanio (presentes estos últimos en la MARK IV) fueron escogidos por ser el sistema más barato, si bien se limitaba la rapidez de operación debido a que absorbían más energía.

Los circuitos formaban parte de unas unidades independientes que incorporaban innovaciones originales en su montaje. Estas unidades eran muy manejables pues iban enchufadas al chasis general de la UAD, lo que permitía la rápida resolución de averías. Además de los circuitos de conmutación se normalizaron y realizaron otras unidades enchufables que fueron los circuitos *biestables* electrónicos y los circuitos *gates*. La consecución de esta máquina exigió una labor investigadora intensa, tanto teórica como experimental, que se inició en 1952 para terminar en 1956, año en el que hubo de abandonarse la construcción de la computadora digital por falta de medios económicos y retraso tecnológico acumulado<sup>699</sup>.

---

<sup>697</sup> García Santesmases (1956).

<sup>698</sup> García Santesmases, González, Civit y otros (1955); García Santesmases (1956) y (1972); Tomovic (1956), p. 105 y Tomovic y Karplus (1962), p. 162.

<sup>699</sup> Tan sólo existe una obra mecanografiada que recoja una información detallada de la UAD —García Santesmases (1957)—.

El objetivo de realizar una computadora digital no recibió ninguna ayuda nacional. El Instituto nunca contó con subvenciones especiales del CSIC, del Gobierno o de empresas nacionales para desarrollar este proyecto. Los apoyos vinieron de los científicos extranjeros, incluso H.H. Aiken se trasladó a España para presionar en favor de García Santesmases. El día 23 de mayo de 1952 se reunieron bajo la presidencia de Suanzes: H.H. Aiken, Lora Tamayo, J.M. de Gaztelu (de la DT del INI), y García Santesmases. En esta reunión se discutió el interés que ofrecía para España el establecimiento de un programa de trabajo sobre control automático y el proyecto y construcción de una computadora digital. Suanzes propuso un plan de organización donde la pieza clave sería un *Departamento General*<sup>700</sup> que tendría como función realizar la investigación y el proyecto de la computadora, así como los aparatos de control automático cuyos elementos fundamentales podrían construirse en las empresas *Experiencias Industriales*, *Marconi* y *Standard Eléctrica*. También el *Departamento General* se ocuparía del montaje ulterior de las diferentes unidades y realizaría el control de calidad final<sup>701</sup>.

Se fijaron tres etapas:

1ª Creación del *Departamento General*, asignándole el personal necesario y dotándolo del material que debía constituir el Laboratorio del mismo. La duración de esta fase sería de seis meses.

2ª Realización del proyecto de la Computadora digital en sus líneas maestras, investigando las técnicas necesarias y creando modelos de los diferentes elementos para ser fabricados por la industria. La duración sería de seis meses a un año.

---

<sup>700</sup> Este *Departamento* estaría formado por el IE Automática y el ILT Quevedo.

<sup>701</sup> García Santesmases (1952c)

3ª Fijación del proyecto definitivo. Construcción de sus elementos en las empresas. Montaje general y comprobación del comportamiento de los órganos de la máquina. El tiempo invertido estaría entre los dos años y dos años y medio.

Se llegó a realizar un avance del presupuesto del programa donde se indicaba que montar el Laboratorio costaría unos tres millones de pesetas en material y unas 750.000 pts. en gastos generales en el primer año y medio. Por su parte la computadora tendría un coste a lo largo de los cuatro años que durase el programa de 7.960.000 pts., contando que en el material se gastarían 4.750.000 pts. y en el pago al personal 3.210.000 pesetas. La cifra global que se necesitaría para dotar al *Departamento General* y lograr construir una computadora en cuatro años sería aproximadamente de once millones de pesetas, de los cuales al menos un millón y medio sería en divisas.

No hubo ningún compromiso por parte de la industria. Experiencias Industriales, Marconi y Standard Eléctrica se inhibieron e incluso el propio ILT Quevedo no se interesó. H.H. Aiken y García Santesmases también procuraron que el Ejército español subvencionara parcialmente la experiencia y hablaron con el General Vigón, Jefe del Alto Estado Mayor, el cual aparentemente se manifestó a favor. Todos los intentos de motivar a la industria o al Estado fueron nulos hasta febrero de 1956 cuando el Ministro de Educación Joaquín Ruiz Giménez decidió apoyar abiertamente la construcción de la máquina con una ayuda de cinco a seis millones de pesetas. La fortuna política quiso que dicha persona tuviera que abandonar su puesto y con él sus proyectos. La esperanza del IE Automática quedó definitivamente truncada, pues esta era la última ocasión de finalizar la máquina sin que hubiera una diferencia abrumadora con respecto a las computadoras del resto de Europa. El problema de la obsolescencia tecnológica comenzaba a ser demasiado grande con respecto a la marcha del programa. Aún así en septiembre de 1956 García Santesmases vuelve a pedir ayuda al CSIC. En esta nueva petición predominaba la idea de crear una

industria nacional capaz de ofrecer máquinas analógicas de tipo docente y de tipo industrial, y computadoras digitales de tipo medio y pequeño, cuyos costes estarían en unos cinco millones y en uno y medio respectivamente sin contar los gastos iniciales en investigación y material de primera instalación. Tampoco en esta ocasión hubo repercusiones<sup>702</sup>.

Ante tanto silencio García Santesmases decidió dar una respuesta.

### **5.3.3 El III Congreso Internacional de Automática (Madrid, 1958).**

*Patrocinado por el CSIC, apoyado por el INI y la Remington Rand S.A. y organizado por el IE Automática, entre el 13 y el 18 de octubre de 1958, se celebró en Madrid el III Congreso Internacional de Automática. Todos los representantes de la política tecnológica estuvieron presentes de alguna manera. Allí se volvieron a encontrar Santesmases y Suanzes, Lora Tamayo, Albareda y Otero Navascués. Figuraron también como artífices de la reunión el Ministerio del Ejército, el Ministerio de Educación, el Alto Estado Mayor, la JEN, Experiencias Industriales, S.A., Marconi Española, S.A., Standard Eléctrica, S.A., IBM, S.A. Española entre los más destacables.*

*En realidad, todo el peso de la organización lo llevaron H.H. Aiken al que apoyaba la Remington Rand y García Santesmases y sus colaboradores. La Industria española y los poderes científicos y políticos sólo actuaron como figurantes.*

Aparte del hito que supuso el congreso, éste sirvió para que IBM comenzara otro interesante aspecto de la tecnología española, pues en 1958 hizo su primer

---

<sup>702</sup> García Santesmases (1956b).

anuncio de que fabricaría computadoras en España. Ello, por fin, tranquilizó hasta a Suanzes, que vio en esta comunicación la réplica a las posiciones de García Santesmases. No obstante, contrastaba aparentemente con la retórica presentación de los intereses nacionales efectuado por el Presidente del INI en la apertura del congreso.

Tal vez pudiera preguntársenos las razones que nos han inducido a celebrar en Madrid un Congreso Internacional de Automática (...) España está tratando de ganar el tiempo perdido (...) imprimiendo ritmo acelerado al proceso de industrialización (...) Tratar de incorporarnos a la era de la automatización, aunque sea quemando etapas, porque no podemos ni queremos estar ausentes en esta segunda revolución industrial.<sup>703</sup>

García Santesmases había demostrado con el Congreso la oportunidad perdida.

---

<sup>703</sup> Suanzes (1958).

## CONCLUSIONES

En el primer capítulo se expuso que los fenómenos de acercamiento tecnológico son fruto tanto de la absorción de tecnología —procedente del extranjero, bien por medio de los contratos de transferencia, bien a través de la compra de maquinaria—, como de la generación interna de la misma dentro de los laboratorios de instituciones científicas y de las empresas. La absorción se da en la parte alta de la "curva de Wolf", y se basa en la asimilación por medio de procesos de aprendizaje o similares. Por su parte, los proyectos ligados a la generación interna de tecnología se mueven a lo largo de toda la curva. El análisis de estos últimos depara tanta o más información acerca de la distancia real con respecto a los países más industrializados, que el estudio de la difusión de las técnicas y tecnologías importadas. Sin embargo, viene argumentándose que sirve de poco conocer la generación interna de tecnología en un país, como España, que no es líder tecnológico. Pero por sorprendente que pueda parecer, su estudio depara tanta información, o más, en lo tocante al nivel tecnológico, que el más clásico análisis de la difusión de la tecnología foránea en el tejido productivo nacional. La razón se encuentra en el hecho de que la absorción informa de la demanda de tecnología, mientras que la generación muestra la oferta.

Un país o una industria que tengan un modelo de acercamiento tecnológico muy fijado en la difusión podrán llegar muy cerca de los líderes tecnológicos, pero serán escasas las ocasiones en que se alcancen los beneficios —nuevas ventajas comparativas— de colocar un producto en la *frontera tecnológica*. Para conseguir ventajas comparativas originales es imprescindible la labor de generación interna de tecnología. Un modelo muy virado hacia la absorción, a parte de que no crea ventajas comparativas únicas en el mercado, acostumbra a la economía del país o a la actividad de la empresa a mantener una baja o nula labor innovadora. Un país o

empresa con una similar dotación de factores puede también importar la misma maquinaria, contratar la misma asistencia técnica y competir.

Suele suceder que los analistas, dirigentes y empresarios que funcionan dentro de modelos de absorción sólo observan que la mayor o menor competitividad es debida a los costes del capital y del trabajo. Para ellos la tecnología es un factor a importar, jamás a crear, por ello difícilmente comprenden la importancia de las tareas de innovación a la hora de establecer ventajas competitivas. Su capacidad queda limitada a forzar la retribución de los factores y, en el menos malo de los casos, a fomentar la eficiencia en la gestión de los mismos. Por el contrario, cuando una nación o empresa cuenta con un modelo volcado a la generación interna de tecnología, entonces, la obtención de ventajas comparativas, cuando se dan, es al menos más privativa, porque inicialmente sólo tendrá la competencia de países con modelos en los que la generación interna de tecnología es importante, y estos al fin y al cabo no son numerosos. Su capacidad para lograr ventajas competitivas será más estable, y la posibilidad de encontrarse con un "almuerzo gratis", también será más frecuente.

Ahora bien, un modelo de atracción —absorción por imitación— es más barato y consigue elevar la renta más en un tiempo menor, siempre y cuando no haya una crisis internacional que amenace al sensible e imperfecto mercado de la transferencia de tecnología. Ello se debe a varios motivos<sup>704</sup>:

- el vendedor suele imponer restricciones al uso de la maquinaria y del conocimiento para evitar que el comprador le haga la competencia en terceros mercados,
- las mejoras que pudiera incorporar el comprador normalmente están sujetas a la comercialización por medio del vendedor, o al menos bajo permiso de éste,

---

<sup>704</sup> Katz (1976) y (1983); Triana y Galván (Edición de) (1985) y Dosi, Pavitt, y Soete (1990).



- los contratos de transferencia de tecnología suelen ser a largo plazo, por lo que son frecuentes las *renegociaciones* de las cláusulas iniciales de la contratación en beneficio del vendedor,

- en contratos de gran envergadura, o de sectores estratégicos o relacionados con la defensa, los Gobiernos entran en la negociación, de manera que introducen variables que distorsionan la contratación.

Todos los sistemas nacionales de investigación y desarrollo, es decir el conjunto de instituciones públicas y privadas que realizan I+D, funcionan con un determinado grado de generación interna y de absorción de tecnología. Ello se refleja en las respectivas balanzas tecnológicas, y depende de la política científica que se haya realizado en el pasado, de los conocimientos acumulados en las instituciones, de las decisiones tomadas en favor de una u otra tecnología o técnica, del tamaño del país y por ende de sus instituciones y de la capacidad de su personal investigador<sup>705</sup>.

No sería hasta principios del siglo XX cuando los países más avanzados del mundo empezaran a concebir sus sistemas nacionales de investigación y desarrollo. El momento crítico era cuando se creaban las instituciones capaces de conectar el mundo de la investigación científica, propia de las universidades, con el del desarrollo industrial, característico de los laboratorios de las fábricas. Este tipo de instituciones demostraron ser las piezas fundamentales para que hubiera un grado importante de avance tecnológico basado en la generación interna del mismo. Cada país, en función de las características citadas en el párrafo anterior, fue *institucionalizando* su investigación dando lugar a sistemas sólo aparentemente similares, ya que, forzosamente, hubieron de basarse en instituciones previas, que en muchos casos

---

<sup>705</sup> Bisogno (a cura di) (1988); Freeman y Lundvall (1988); Lundvall (Edited by) (1992), David (1993) y Chiaromonte y Dosi (1993).

tenían sus orígenes en la época de la Ilustración, y en dotaciones de recursos humanos muy diferentes, tanto en su cantidad como en su calidad<sup>706</sup>.

En España no apareció una institución similar hasta 1931. En este año nació la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (FNICER), pero su vida fue efímera, ya que la guerra civil impidió su normal desarrollo. Tras la contienda el nuevo Gobierno puso en pie el Patronato "Juan de la Cierva" del CSIC con el objetivo de implantar un conjunto de laboratorios dedicados a la investigación y el desarrollo y conectar la actividad científica con la industrial. El Patronato fue en algunos aspectos el sucesor de la FNICER, puesto que heredó de ésta los bienes y buena parte de los objetivos. Sin embargo, los primeros cinco años estuvieron marcados por la falta de definición en el tipo de proyectos de investigación a desarrollar. Esta ausencia de política tecnológica era una consecuencia del grave perjuicio causado por la guerra, el exilio y la purga sobre el colectivo de científicos que antes de la guerra civil había colaborado con la Junta para Ampliación de Estudios de la cual dependía la FNICER.

El análisis de ambas instituciones ha demostrado que el espíritu de reforma de la FNICER fue sustituido por el de un más que politizado nacionalismo científico, que dejó fuera de la dirección de los proyectos a los científicos que realmente podrían haber reconstruido la actividad investigadora. Como señalara P. Laín Entralgo en 1973:

La reconstrucción de nuestra vida científica fue realizada por personas a las que la ciencia no interesaba "de veras"... ¿Por qué no fueron encargados de la dirección del Instituto Cajal los dos hombres más idóneos y autorizados para asumirla, Tello y de Castro? ¿Por qué la reedificación de los estudios físicos no fue encargada a Palacios y Catalán? ¿Por qué no se encomendó a Menéndez Pidal, Gómez Moreno, Dámaso Alonso y Lapesa la prosecución de las tareas que hasta 1936 habían llevado a cabo en el Centro de Estudios

---

<sup>706</sup> Así, por ejemplo, la estimación de que el sistema italiano debía ser similar al español se vino abajo al profundizar en las obras de R. Maiocchi —Maiocchi (1978), (1980), (1985), (1988) y (1989)— y otros —Geymonat y Maiocchi (1982); Ancarani (a cura di) (1989) y Zamagni (a cura di) (1991)—

Históricos? ¿Por qué la conducta con Ortega y Zubiri fue la que fue entre 1939 y 1945? ¿Acaso entonces no fueron todos ellos personas disponibles? Si a los que durante esos años fueron rectores de nuestra política científica les hubiera interesado de veras la ciencia... ¿habrían prescindido de los hombres que acabo de mencionar y de otros a ellos semejantes?<sup>707</sup>

A lo largo del primer lustro de los años cuarenta realmente no hubo dirección en el Patronato. En 1945, año en el que Suanzes toma efectivamente las riendas del Patronato, se fijaron el rumbo y el programa. Es a partir de aquel momento cuando surgen iniciativas dentro del Patronato que luego se transformarían en los embriones de las "aventuras" industriales más o menos cercanas al INI. Suanzes intentó desde 1946 hasta 1951-1952 potenciar al Patronato para que proporcionara la tecnología suficiente a su proyecto de industrialización. Deseaba acelerar el proceso de industrialización y para ello debía contar con un acceso puntual al saber hacer tecnológico; es decir, a mayor velocidad de industrialización mayor necesidad de alcanzar rápidamente al saber hacer tecnológico aplicado al producto industrial o al proceso productivo. La apuesta por el Patronato fue el fruto del convencimiento de que se podía confiar en la capacidad del sistema nacional de investigación y desarrollo para generar la tecnología que se requería, pero también, fue la consecuencia del corte del suministro de transferencia de tecnología debido tanto a la derrota de Alemania en la Segunda Guerra Mundial, como al posterior bloqueo.

Para que el Patronato pudiera asumir su papel como centro de desarrollo industrial, tal como lo deseaba Suanzes, necesitaba un salto de escala. En 1946 su presupuesto creció hasta superar los 15 millones de pesetas —más o menos la misma cantidad que recibía el resto del CSIC— multiplicando así por siete su dotación de recursos económicos anuales. La preponderancia de la investigación técnica quedaba de manifiesto. A partir de ese momento se abrió un nuevo período marcado por unos objetivos muy definidos: aprovechamiento de todo tipo de residuos industriales, potenciación de combustibles nacionales, apoyo a las investigaciones sobre

---

<sup>707</sup> Laín Entralgo (1973), p. 138 y 139.

edificación y construcción, y creación de centros especializados en las tecnologías avanzadas del momento, como la electrónica.

El Patronato se convirtió en una institución dotada económicamente por encima de la media de los centros científicos españoles, lo que provocó la petición de ayuda por parte de otros centros del CSIC y de las Universidades dispuestos a trabajar en temas aplicados con tal de recibir parte del dinero. El PJC pasó así a decidir numerosas líneas de investigación en el conjunto nacional, lo cual cambió totalmente sus capacidades, influencia y potencia. Ya no sucedía como antes de 1945, cuando coexistían en el Patronato centros claramente de investigación técnica con otros de investigación aplicada pero de escaso contenido técnico, ahora todos los institutos del PJC eran de investigación aplicada y de desarrollo, y si algún otro centro no perteneciente al Patronato quería ser subvencionado, debía realizar investigaciones dentro del marco de interés del PJC.

Una vez que el Patronato creció en el sentido señalado por Suanzes empezaron a reforzarse los lazos con el INI, pero las conexiones entre una y otra institución se desarrollaron muy lentamente, y en numerosos casos sin cumplir las expectativas iniciales. En poco más de un lustro el empuje inicial se había frenado. Las posibilidades de lograr aportaciones tecnológicas y científicas al proceso de industrialización había decrecido notablemente con respecto a 1946. En 1951 el Patronato había llegado a su cenit como institución artífice de la "técnica nacional". A partir de aquel momento, que coincide con la pérdida del Ministerio de Industria y Comercio por parte de Suanzes, la institución perdió claridad en sus objetivos. El propio Suanzes dejó de defender una opción nacionalista en lo referente a la tecnología<sup>708</sup>. El Patronato en 1954 entró en una larga crisis, durante la cual las

---

<sup>708</sup> Suanzes en 1952 abogaba por una mayor intervención de la investigación y la técnica española, pero aceptando los consejos y experiencia extranjeros dentro de unos límites racionales —*Arriba* 18 de julio 1952 "La industrialización. Obra evidente y preeminente del régimen de Franco"—.

directrices de investigación, que representaba lo que he dado en llamar el "modelo de Suanzes", van perdiendo terreno frente al "modelo de Lora Tamayo".

El fracaso de la opción nacionalista en tecnología ha sido el centro de la presente investigación. La crisis que el Patronato sufrió en todos los aspectos durante los años cincuenta es la comprobación. Suanzes intentó llevar a cabo un proceso de acercamiento tecnológico, que condujo a la debilidad de la institución por la imposibilidad de acomodar unos ingresos decrecientes a las líneas de investigación, las cuales estaban en pleno desarrollo como lógica consecuencia de una planificación realizada entre 1946 y 1951 cuando la situación era más halagüeña. El revés sufrido por el "modelo de Suanzes" acarrió el menosprecio por las nuevas capacidades tecnológicas que habían surgido al amparo de dicho modelo, como fue el caso de la electrónica en el IE Automática a mediados de los años cincuenta, y que ahora eran enjuiciadas como imposibles quimeras de científicos.

Antonio Robert, un defensor a ultranza de la tecnología nacional en 1943, había cambiado su posición drásticamente en 1954:

Parece ociosa pérdida de tiempo y esfuerzo, atentatoria a los intereses de la economía nacional, tratar de reinventar, disponiendo de muchos menos recursos, lo que ya han inventado otros, cuando esos otros nos ofrecen el fruto de largos años de esfuerzo, a cambio de una remuneración razonable... Cuando hayamos asimilado íntegramente la técnica extranjera entonces podremos dedicarnos a mejorarla.<sup>709</sup>

El desdén por reinventar, es decir, por realizar los procesos de asimilación necesarios para los posteriores de acercamiento, en realidad no se justificaba porque los científicos fuesen unos ineptos, sino porque como se había vuelto a tener acceso a la tecnología extranjera, desde que en 1953 se firmaran los pactos de cooperación con los EE.UU., entonces ya no era necesario el esfuerzo interior.

---

<sup>709</sup> Robert, (1954), pp. 193 y 194.

El error no había estado en el lado de la investigación. Primero hay que recordar que la tecnología es un proceso acumulativo, que tiene que partir de unas tradiciones y basarse en unas *trayectorias y paradigmas*. Siendo conscientes de este hecho también debemos recordar que las tradiciones fueron prácticamente borradas tras la guerra civil, y que se impidió que la ciencia volviese a indicar las líneas de investigación donde había capacidades acumuladas. La impotencia del CSIC para realizar tecnología al principio de los años cuarenta fue el reflejo palmario de que el perjuicio de la guerra y de la posterior purga, entendida en un sentido muy amplio que incluye el autoexilio interior, era insalvable a corto plazo. Suanzes, ante la imposibilidad para poder importar tecnología y el raquitismo tecnológico del CSIC<sup>710</sup>, decidió acometer un plan de concentración de la investigación en los proyectos que el consideraba de "interés nacional" para la industrialización. La tradición científica fue suplantada por unas directrices y planes, a medio camino entre la industria y la tecnología, que se habían esbozado especialmente por los militares y personalidades como el Vizconde de Eza desde la Primera Guerra Mundial:

Este Comité [Centro Nacional de Fomento Productor] superior organizará libremente tres grupos de estudio y acción, a saber: el de la hulla, el del hierro y metales y el de la química. Constituirá cada uno, bajo su intervención, con los productores actuales en las respectivas ramas, del modo que estime oportuno, con representaciones de los Bancos nacionales y establecimientos de crédito y con las personas del orden científico y técnico que juzgue útiles en su colaboración.<sup>711</sup>

El resultado de la suplantación fue el fracaso descrito en los capítulos centrales de la presente tesis<sup>712</sup>. Parece lógico pensar que fue a partir de 1953 o 1954 cuando el Estado cambió su disposición con respecto a la tecnología nacional y optó, "en aras

---

<sup>710</sup> Orellana Silva (1949).

<sup>711</sup> Vizconde de Eza (1919), p. 198. Como han indicado J. Braña y M. Buesa —Braña y Buesa (1981)— no se puede decir que la concepción del INI estuvo determinada única, o especialmente, por el modelo institucional que representaba el IRI italiano —Schwartz y González (1978), pp. 15 y 16 y Martín Aceña y Comín (1991), p. 30— sin sopesar algunas otras influencias. En este sentido las investigaciones que está realizando E. San Román parecen confirmar el origen militar del INI.

<sup>712</sup> La idea del fracaso de la política científica del régimen franquista fue expuesta anteriormente por M. Buesa —Buesa (1982), pp. 362 - 366—.

de una mayor rapidez en el proceso de industrialización y con clara conciencia de las dificultades de implantar una política eficaz de investigación, por la adquisición en el exterior de la tecnología necesaria para iniciar nuevas producciones o para mejorar las existentes, relegando a un segundo plano el desarrollo de la investigación tecnológica en el interior del país."<sup>713</sup>

La consecuencia a largo plazo ha sido la instalación permanente entre todos los actores económicos de un desmedido recelo hacia la tecnología nacional, y en particular en el propio INI,<sup>714</sup> lo que ha conducido a que España sea uno de los primeros compradores, tanto en términos absolutos como relativos, de tecnología en el mercado internacional de contratos de transferencia de tecnología en el mundo<sup>715</sup>. En términos de Mokyr podría decirse que España mueve su riqueza con la palanca prestada, que si bien puede ser más barata, también resulta en ocasiones inapropiada y deja a la economía fuera del gran negocio de vender "almuerzos gratis".

---

<sup>713</sup> Braña, Buesa, Molero, 1984, p. 164. Estos autores no contemplan el intento de Suanzes entre 1945 y 1954 de basar parte de su proyecto de industrialización en la tecnología de origen nacional. De hecho, en su periodización saltan de la primera etapa de 1940-1943, donde marcan la importancia del "aporte tecnológico y de maquinaria de las potencias fascistas, fundamentalmente Alemania", a la de 1953-1962, caracterizada por "el cambio de coyuntura externa, por efecto de la Guerra Fría, que hace posible un nuevo acceso a recursos tecnológicos foráneos." Con respecto a la etapa de 1943-1952 sólo advierten que fue en la que el "mantenimiento del sistema productivo, más que su ampliación, constituyen la preocupación básica de la política industrial." —Braña, Buesa, Molero (1984), pp. 193 y 194—.

<sup>714</sup> El Director de Inversiones y Tecnología del INI P. Castro en 1991 decía:

El proceso de internacionalización y de esfuerzo de desarrollo tecnológico es consecuencia directa de la imposibilidad de la autosuficiencia tecnológica, concepto arraigado en el desarrollo histórico del Grupo INI —Castro, (1991), p. 69—.

<sup>715</sup> OCDE (1986) y (1987) y López García (1992).

## APENDICES



## Apéndice metodológico

Es engorroso encontrar regularidades empíricas en esa masa de información cualitativa, a menudo incierta e incompleta. Pero sin esta ardua tarea, no podrían hacer su trabajo los historiadores de la tecnología y se desconocería el papel que ésta ha desempeñado en la historia de nuestras economías.<sup>716</sup>

La razón de ser de este apéndice es explicar las pautas que he seguido para la elaboración de las dos bases de datos que he utilizado en la tesis. En esta explicación el nudo gordiano se encuentra en la concepción que se he hecho de la unidad de cuenta de dichas bases: el proyecto de investigación.

La razón por la que he realizado las bases y elegido el proyecto de investigación, como unidad de las mismas, es porque he intentado responder a la cuestión de cómo se pueden reconocer los *paradigmas tecnológicos*, las *trayectorias tecnológicas* y los fenómenos de acercamiento tecnológico con un ejercicio empírico.

He partido de la idea de lo que está detrás de los tres conceptos teóricos (*paradigma*, *trayectoria* y *acercamiento*) expuestos en el capítulo primero, son los proyectos de investigación. Por una parte, ellos son los componentes de las líneas de investigación, que a su vez forman las *trayectorias tecnológicas*, que contienen a los *paradigmas*, y por otra, porque un fenómeno de acercamiento tecnológico puede entenderse como un incremento de la complejidad tecnológica de un conjunto amplio de proyectos.

---

<sup>716</sup> Mokyr (1993), pp. 21 y 22

### El indicador Proyecto de Investigación.

He considerado proyecto de investigación en las bases de datos, a todo aquel plan de investigación citado en las memorias del CSIC acerca de las tareas del Patronato —para la base 68-PJC.DBF—, y en las propias memorias del Patronato a partir de 1946 —para la base 1147-PJC.DBF—, que tuviera implícito el carácter de innovación, es decir, que buscara una aportación novedosa, aunque ésta fuese mínima. Para detectar los proyectos ha sido preciso separarlos de lo que son únicamente servicios de ciencia y tecnología. Ambos, proyectos y servicios, son actividad científica y tecnológica, pero, mientras los primeros van generando las líneas de investigación y éstas las *trayectorias*, los segundos no suelen pasar de ser una consecuencia de los primeros<sup>717</sup>. Por ejemplo, si existe un proyecto de investigación acerca de las propiedades del hormigón armado con el fin de hallar un nuevo tipo más apropiado para las obras públicas de gran envergadura (proyecto de investigación), pueden realizarse servicios para una empresa que únicamente quiera analizar la calidad del hormigón en función del clima de una determinada zona (servicio de análisis de calidad), pueden darse un ciclo de conferencias acerca del hormigón (un servicio educativo) o del estado de las obras públicas y, también, puede llevarse a cabo un nuevo tipo de reparación de un encofrado tras haberse descubierto una anomalía (servicio de reparación). Tanto el análisis de calidad, como las conferencias y la reparación son servicios surgidos a partir del hecho de que un proyecto de investigación ha acumulado el conocimiento y la pericia para afrontarlos. Siguiendo con el ejemplo podría argumentarse que este proyecto es en realidad un servicio, que ha sido planteado por el Ministerio de Obras Públicas para la construcción de una

---

<sup>717</sup> En algunos casos, cuando los servicios han superado una cierta magnitud, también se han considerado como proyectos. Por ejemplo el conjunto de los servicios de análisis rutinario del IN Combustible para ENCASO. La decisión de incluir estos servicios deriva de que suponían al menos una línea de trabajo fundamental para el IN Combustible.

nueva generación de presas hidráulicas de gran tamaño. ¿Cómo distinguir entonces servicio de proyecto? La línea divisoria está en la existencia o no de un objetivo innovador. En el caso elegido existe ese objetivo innovador, ya que lo que se quiere lograr es un nuevo tipo de hormigón armado. En los servicios derivados del proyecto inicialmente no es necesario, pero puede suceder que al realizar un análisis del hormigón en función del clima se descubra que la duración del hormigón tradicional en determinados ambientes naturales es tan efímera, que hay que investigar nuevos tipos de materiales y hormigones, entonces el servicio habrá dado origen a un nuevo proyecto de investigación.

Existen, por tanto, unos criterios para la selección de los proyectos que permiten introducir en la base de datos sólo la parte de la actividad científica del PJC que estuvo ligada a objetivos que implicaban cierto ánimo de innovación. Pero esto no quiere decir que no esté presente indirectamente la totalidad de la actividad científica de la institución. Por la naturaleza de los proyectos estos contienen potencialmente los posibles servicios, logros y patentes ulteriores<sup>718</sup>. Es decir, los proyectos representan en síntesis la actividad de la institución, en este caso del Patronato, por tanto la elección de los proyectos de investigación como unidades de cuenta más precisas que las patentes, artículos o los logros industrializables está justificada porque son las unidades básicas y más numerosas.

La información sobre cada proyecto que dan las memorias es muy variable. Un proyecto puede ocupar hasta cinco páginas o tan sólo un par de guiones. La falta de homogeneidad en la información es el principal problema de las memorias como fuente única de averiguación para analizar, catalogar y decidir agregar cada proyecto a la base. Esta contrariedad sólo puede subsanarse buscando más detalles que permitan saber si el proyecto en cuestión cumple unos mínimos para ser incluido en la base. La información adicional procede del resto de las fuentes: revistas, informes

---

<sup>718</sup> Por ejemplo, para el período 1946 - 1953 se contabilizan 1.147 proyectos que contienen 70 patentes.

internos de los institutos, actas de la Junta de Gobierno y de su Comisión Permanente e informes de la Dirección Técnica del INI. Gracias a estas referencias se consigue una base más homogénea. No obstante, las selecciones finales, que abarcan 68 y 1.147 proyectos, son fruto de criterios que no están libres de subjetividad. Aunque haya seguido las indicaciones del *Manual de Frascati* y de autores como N. Rosenberg, C. Freeman, K. Pavitt y Z. Griliches<sup>719</sup>, es absolutamente lógico pensar que otro evaluador habría obtenido resultados diferentes. Lo ideal es poder llegar a conocer cada proyecto de investigación en detalle, por medio de un análisis en el que estén presentes todas las variables especificadas en la figura *Apéndice metodológico.1*.<sup>720</sup>

Al no contar con una fuente que de datos proyecto a proyecto, con información particular del número de investigadores que participan, de la cuantía de las ayudas que reciben y de los artículos, patentes y máquinas que se obtienen, no cabe más posibilidad que guiarse, en la selección de los datos y en la explotación de las bases, por denominadores comunes atendiendo principalmente a la complejidad tecnológica —lo que en la "curva de Wolf" sería la madurez—. Esto implica la continua toma de decisión subjetivas a la hora de incluir cada proyecto y de decidir en que categoría introducirlo. Una vez siendo conscientes de la subjetividad, se puede especificar lo que sería un proyecto tipo en función de los datos agregados con los que se cuenta para investigadores y gastos. La razón no es otra que tener un punto de referencia a la hora de considerar los proyectos de investigación.

---

<sup>719</sup> OCDE-CDTI (1976); Freeman (1975), pp. 313-387; Rosenberg (1979a), cap. 11; Pavitt (1984) y Griliches (1990).

<sup>720</sup> El esquema de análisis que representa esta figura es el que se ha aplicado de forma exhaustiva en el análisis de los proyectos del IE Automática —véase el apartado 5.3 del capítulo quinto—.

### Proyecto de investigación tipo.

El proyecto tipo no se puede especificar cuando no se cuenta con los datos de personal investigador y gastos en investigación en un período concreto. Para la primera base de datos (68-PJC.DBF) no se tienen estas referencias<sup>721</sup>, por lo que tan sólo me ha sido posible realizar una aproximación al número de investigadores que trabajaban en cada proyecto<sup>722</sup>. Sin embargo, en la segunda base de datos (1147-PJC.DBF), sí se ha podido llegar a acotar lo que se entiende por proyecto de investigación, al menos para el período 1948-1953.

Básicamente todo proyecto de investigación es el trabajo acumulado por un equipo de investigadores a lo largo de un año. Lo primero que se debe conocer es la *relación entre proyectos e investigadores* (EDP<sup>723</sup>). Dicha *relación entre proyectos e investigadores* es de 1,4 proyectos por investigador al año para el período 1946-1953. Ello indica por una parte, que casi todos los investigadores tenían su propio proyecto de investigación, y que además colaboraban en otros. Esta media de 1,4 permite ajustar la unidad proyecto de investigación durante el período 1946-1953 a la definición de la labor realizada durante aproximadamente ocho meses y medio por un investigador (EDP). Una vez delimitado los parámetros de tiempo y de trabajo queda establecer el parámetro del coste del proyecto. Este es de 123.817 pts. —gastos del PJC divididos por el número de proyectos para el período 1948-1953 en pts. constantes del año 1940—<sup>724</sup>. En esta cifra se incluye el salario, el material de laboratorio y las instalaciones. Si sólo se contempla el salario y el material la cantidad

---

<sup>721</sup> Esta razón junto a que las memorias del CSIC y del PJC están redactadas bajo directrices diferentes, porque responden a modelos diferentes, y a que en la base 68-PJC.DBF son patentes las distorsiones provenientes de la purga y la puesta en marcha, son las que han conducido a presentar los datos por separado y a explotarlos de diferente manera.

<sup>722</sup> Además, esto tan sólo ha sido posible hacerlo para cuatro institutos —véase el apartado 3.2.2. del capítulo tercero—.

<sup>723</sup> Equivalencia a Dedicación Plena.

<sup>724</sup> Las 123.817 pts. son la media para el período 1948-1953 del gasto del PJC dividido por el número de proyectos, lo que vendría a corresponder a 6.872.774 pts. del año 1983, utilizando el índice de precios al consumo enlace 1951 de Maluquer de Motes —Maluquer de Motes (1989) pp. 521 y 522—.

baja a las 80.625 pts<sup>725</sup>. Siguiendo las indicaciones del *Manual de Frascati*<sup>726</sup>, en lo referente a incluir la construcción en los gastos de I+D, se debería entender el proyecto de investigación, para el período 1948-1953, como el trabajo realizado por un investigador (EDP) durante ocho meses y medio, con un coste de 123.817 pts. de media. Por supuesto, debe tenerse en cuenta que esta definición hace referencia al proyecto de investigación medio o tipo, lo que implica una gran variación en la realidad entre unos y otros proyectos.

#### La elaboración de las bases de datos 68-PJC.DBF y 1147-PJC.DBF.

Se han confeccionado dos bases de datos —véase apéndice *Bases de datos*— que recopilan los proyectos de investigación en el PJC desde 1941 hasta 1953. La primera se denomina 68-PJC.DBF y abarca de 1941 a 1945. La segunda es la llamada base 1147-PJC.DBF, que va de 1946 hasta 1953. Aunque inicialmente ambas bases son complementarias, la realidad de la institución es tan diferente en uno y otro período, que su explotación la he realizado por separado y con objetivos diferentes.

Para elegir los criterios de selección de los proyectos de investigación de las bases de datos he intentado seguir en todo momento las indicaciones del llamado *Manual de Frascati*, salvo en las ocasiones en que estudios más recientes ofrecían alternativas mejores, o que la propia experiencia al realizar el presente estudio indicara la oportunidad de ampliar algún campo de análisis. El *Manual de Frascati* presenta algunas deficiencias y ha tenido recientes revisiones, pero en lo esencial éstas no afectan ni modifican las premisas para la recogida de datos, ni las clasificaciones más básicas, que son las partes utilizadas en esta investigación<sup>727</sup>.

---

<sup>725</sup> Este dato también se ha dado en pts. constantes de 1940, lo que vendría a corresponder a 4.475.294 pts. del año 1983, utilizando el índice de precios al consumo enlace 1951 de Maluquer de Motes —Maluquer de Motes (1989) pp. 521 y 522—.

<sup>726</sup> OCDE-CDTI (1976).

<sup>727</sup> Para más información al respecto del Manual véase: Sánchez Muñoz (1992).

El método seguido se basa en clasificar cada proyecto de investigación de acuerdo con siete grupos diferentes de características tecnológicas y científicas:

1º distribución por objetivos socioeconómicos<sup>728</sup>,

2º clasificación por la principal actividad industrial potencialmente beneficiada por cada proyecto, siguiendo la clasificación ISIC (clasificación internacional de actividades industriales)<sup>729</sup>,

3º clasificación por el principal grupo de productos industriales potencialmente beneficiados por cada proyecto, siguiendo la clasificación del *Manual de Frascati*<sup>730</sup>,

4º ordenación por áreas de la ciencia y la tecnología, según la clasificación de la UNESCO recogida en el *Manual de Frascati*<sup>731</sup>,

5º distribución según la complejidad de la investigación, de acuerdo con los factores que afectan a la difusión de la tecnología según N. Rosenberg<sup>732</sup> y teniendo en cuenta las salvedades que indica C. Freeman<sup>733</sup>,

6º distribución según la naturaleza de la investigación, valorando la diferencia entre proceso y producto<sup>734</sup>, y

---

<sup>728</sup> OCDE-CDTI (1976), pp. 72-76, clasificación NORDFORSK.

<sup>729</sup> OCDE-CDTI (1976), cap. III.

<sup>730</sup> OCDE-CDTI (1976), cuadro IV. 1, p. 40, clasificación ISIC por grupos de productos.

<sup>731</sup> OCDE-CDTI (1976), cuadro III, p. 35.

<sup>732</sup> Rosenberg (1979a), cap. 11.

<sup>733</sup> Freeman (1975), pp. 318-325.

<sup>734</sup> Utterback y Abernathy (1975).

7º distribución por el tipo de investigación realizada, según la describe C. Freeman<sup>735</sup>.

Las siete clasificaciones permiten desgranar las diferentes características de los proyectos. Su posterior reagrupamiento en función de su complejidad, área científica, objetivo socioeconómico, y el resto de las siete clasificaciones, se ofrece en los gráficos de los apartados 3.2.2. y 5.2.2., a través de los cuales se obtiene, en el primer apartado, una indicación de los *paradigmas tecnológicos* del PJC entre 1941 y 1945 y ,en el segundo, una representación del equilibrio entre los niveles de acercamiento tecnológico y de imitación.

Como ya he señalado al definir el proyecto de investigación tipo, en la actividad del PJC se encuentran proyectos de investigación con mayor o menor dotación económica y de personal, más dilatados o menos en el tiempo, con resultados científicos o tecnológicos de diversa envergadura, más o menos innovadores y más o menos ligados a la industria. El proyecto de investigación es una "unidad de cuenta" relativa. Si se quiere encontrar un común denominador éste debe ser muy amplio y estar en relación con las características de la investigación. El común denominador elegido es la madurez tecnológica —en su sentido de complejidad y no de envejecimiento— del proyecto, lo cual permite aplicar el modelo teórico desarrollado en el primer capítulo. Para poder determinar el nivel de madurez tecnológica de cada proyecto hay que hacer una labor de enjuiciamiento de cada uno de ellos. Esta labor la he llevado a cabo siguiendo en lo posible las indicaciones del *Manual de Frascati*, de C. Freeman, de N. Rosenberg, de K. Pavitt y de Z. Griliches<sup>736</sup>. Una vez realizada la labor de enjuiciamiento se pueden poner en relación algunas de las clasificaciones

---

<sup>735</sup> Freeman (1975), pp. 313-318. Las tres últimas clasificaciones no tienen un punto explícito de referencia en el *Manual de Frascati*. No obstante he intentado amoldarme a la definiciones y convenciones básicas expuestas en el capítulo II de dicho manual. La actividad científica y tecnológica desarrollada por el PJC engloba más de lo que por el Manual de Frascati entendemos como I+D.

<sup>736</sup> OCDE-CDTI (1976); Freeman (1975), pp. 313-387; Rosenberg (1979a), cap. 11; Pavitt (1984) y Griliches (1990).



planteadas de forma agrupada con los datos económicos por institutos, objetivos y áreas científicas e industriales. Esta forma de actuar, aunque debe realizarse con reservas<sup>737</sup>, permite conectar muy rápido con el modelo teórico del primer capítulo. Evidentemente, también ha sido la consecuencia de la falta de información existente con respecto a los costes de los proyectos<sup>738</sup>.

Aún con todas las deficiencias que he ido señalando, no hay que olvidar dos hechos. Primero, que el objetivo final de la explotación de la base principal (1147-PJC.DBF) es conocer si hubo o no un proceso de acercamiento tecnológico, y segundo, que con respecto a este objetivo el grado de complejidad asignado a cada proyecto es la variable principal. Si se tiene en cuenta que la base 1147-PJC.DBF ha sido diseñada en especial para captar la complejidad de los proyectos, entonces tendremos a nuestra disposición, en palabras de Mokyr, una "masa de información cualitativa, a menudo incierta e incompleta", pero en la que es posible encontrar regularidades.

Las regularidades que he buscado en la tesis, son lo que he denominado como equilibrios entre los niveles de tipo A (imitación) y B (acercamiento) de complejidad o grado de madurez tecnológico, que se detallan en sentido teórico en el capítulo primero —véase la figura 1.3.—, y en sentido empírico en el capítulo quinto —véase el apartado 5.2.2.—. En este último capítulo, el equilibrio entre niveles se entiende como una simple relación porcentual del número de proyectos de tipo B con respecto al total de proyectos. Evidentemente es un modelo muy simple, pero la información no da para mucho más. Con unos datos mejores se podría perfeccionar el modelo al menos en cuatro aspectos. Primero, habría que establecer los retardos temporales que se originan entre los proyectos de tipo B con los de tipo A, en los

---

<sup>737</sup> No se debe olvidar que la unidad que se utiliza en el presente análisis es el proyecto, y que los proyectos no son la única actividad científica posible en los institutos.

<sup>738</sup> Es imposible ofrecer datos de cada proyecto en función del coste económico porque sólo aparecen en las fuentes de manera esporádica.

casos de que aquellos sean deudores de estos. Segundo, habría que poner en relación cada proyecto con el coste real que tiene tanto en material, como en instalaciones y personal. Tercero, sería imprescindible introducir una variable de la eficiencia en la gestión de los recursos, no en el sentido de los logros conseguidos, sino de la modernidad y la capacidad de asumir riesgos en la gestión. Por último, los aspectos segundo y tercero puestos ambos en relación deberían dividirse entre el número de productos industriales, tecnológicos y científicos conseguidos, que previamente habrían sido clasificados y valorados de acuerdo a un baremo de complejidad y éxito.

Por último e independientemente de la calidad de las fuentes, el análisis de los procesos de imitación y acercamiento tecnológicos utilizando datos agregados de proyectos de investigación debe realizarse bajo tres condiciones:

1ª), que la institución o instituciones analizadas estén llevando a cabo un esfuerzo creciente en I+D.

2ª), que el número de proyectos supere la masa crítica que impida que aparezcan relaciones muy inestables o que incluso desaparezcan en algunos años. Es decir, no se puede analizar el equilibrio entre niveles en una institución que no consiga con cierta regularidad anual proyectos de nivel tipo B. De lo contrario se obtendrán curvas de equilibrio entre los niveles B y A quebradas o sin tendencia aparente, por lo que serán totalmente inútiles a la hora de indicar posibles intentos de acercamiento tecnológico. Evidentemente, cuando se estudia el equilibrio en los primeros años de una institución se obtienen curvas quebradas y sin tendencia. Esto también ha influido a la hora de decidir no unir la base 68-PJC.DBF a la 1147-PJC.DBF, ya que cualquier regularidad era inapreciable en el período 1941-1945.

3ª), que la relación entre los proyectos de niveles tipo B con respecto al total no supere el 50 %, porque se puede suponer que a partir de una relación porcentual de esta magnitud ya no se está en un fenómeno de acercamiento, sino en un proceso de intento de permanencia en la *norma internacional*, o incluso si la relación es aún mayor de intento de permanencia en la *frontera tecnológica*. Este último caso es lo que sucedía con el IN Electrónica —véase el gráfico 5.9. del capítulo quinto—.

## FUENTES

### A — Estudios previos sobre el Patronato "Juan de la Cierva"<sup>739</sup>

Los estudios previos sobre el PJC han sido todos hechos por el propio Patronato, de tal manera que hay una ausencia notable de análisis críticos. La mejor de las monografías es la recopilación histórica que se hizo del PJC en el año 1971 por el propio Patronato: *Patronato de Investigación Científica y Técnica "Juan de la Cierva" 1945-1970*<sup>740</sup>. Carece, no obstante, de un hilo conductor, ya que se trata de una exposición, más o menos pormenorizada, de la organización del PJC a lo largo de veinticinco años, así como de los logros conseguidos en cada instituto. Es un texto a medio camino entre la propaganda, la memoria y un intento de historia institucional y económica sin el suficiente rigor, sobre todo a la hora de citar las fuentes de información, pese a lo cual, tiene la virtud de recopilar algunos datos estadísticos referidos a la financiación del PJC, a su producción científica —lo que en la tesis he denominado *logros industrializables*— y al número de investigadores y técnicos que trabajaron en el Patronato. De hecho, para este último aspecto esta publicación sigue siendo la mejor fuente para la cuantificación del personal. Aún hoy falta un estudio histórico de la evolución del personal en todo el CSIC. Yo no he podido acceder a una fuente, como por ejemplo las nóminas, que me hubiera permitido entrar en detalle en uno de los temas claves para la reconstrucción histórica de toda institución. Posiblemente las nóminas permanezcan en algún archivo del CSIC, pero, dudo que algún día se pueda rehacer estadísticamente y con el suficiente detalle las series de personal del PJC, ya que éste posiblemente nunca estuvo integrado en la nómina general del CSIC, porque era un organismo autónomo que tenía su propia escala retributiva y su mutualidad diferente.

---

<sup>739</sup> Estos estudios se encuentran en el Centro de Información y Documentación del CSIC (CINDOC).

<sup>740</sup> CSIC (1971).

Mis intentos por encontrar la nómina del PJC han sido infructuosos. No sería absurdo pensar que al menos dentro del CSIC no quede constancia de aquellos trabajadores. Desgraciadamente por los libros de contabilidad (*Cuentas corrientes por contraídos*) resulta difícil mejorar los datos del estudio de 1971 al que me vengo refiriendo.

Por la calidad de la información se puede distinguir otra obra similar a la de 1971, y que fue editada en 1955: *Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica 1945-1955*<sup>741</sup>. Este documento destaca porque recoge los datos agregados para el período 1945-1955 de las patentes registradas, los logros científicos alcanzados y las asistencias a congresos. En su día fue un intento por promocionar las patentes y logros del Patronato. De similares características al anterior es otro libro de 1960: *Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica*<sup>742</sup>. No obstante, la mejor presentación de las patentes del PJC se encuentra en la obra *Investigación y servicios a la industria*, editada en 1966<sup>743</sup>. Por último, existe una recopilación de conferencias —organizadas en 1964 por el PJC— titulada *Coloquios sobre la investigación e industria*<sup>744</sup>, que es muy representativa de los problemas y de la manera de enfocarlos, que tenían los responsables del PJC a principios del decenio de los sesenta.

#### B — Las publicaciones del PJC.

Aparte de los libros, que el propio PJC realizó sobre la institución, existen numerosas publicaciones del PJC, las cuales se pueden dividir en tres apartados.

---

<sup>741</sup> CSIC (1955b).

<sup>742</sup> CSIC (1960b).

<sup>743</sup> CSIC (1966).

<sup>744</sup> CSIC (1965).

Primero, los folletos publicitarios que apenas dan mayor información que el número de institutos. El primer texto de estas características se tituló *Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica. Organización y desarrollo*<sup>745</sup>, años más tarde se editó *Patronato de Investigación Científica y Técnica "Juan de la Cierva" (CSIC) 1939-1964*<sup>746</sup>, y en 1969 se imprimió *Patronato de Investigación Científica y Técnica "Juan de la Cierva"*<sup>747</sup>.

Segundo, las *Memorias*<sup>748</sup> y otras publicaciones especiales como los reglamentos y algunos dictámenes de las Comisiones Técnicas Especializadas. Sobresalen dos publicaciones por la información que contienen: *Documentación inicial del Patronato "Juan de la Cierva Codorníu"*<sup>749</sup>, y *Estudio y Dictamen de la Comisión Técnica Especializada de Electrónica*<sup>750</sup>.

Tercero, el conjunto compuesto por todas las publicaciones científicas del PJC. Entre estas publicaciones merece la pena señalar dos revistas por la información que ofrecen de aspectos generales del PJC: la *Revista de Ciencia Aplicada y Combustibles*. Además, algunos institutos tenían sus revistas: *Revista del Instituto del Hierro y el Acero* (IH Acero), *Grasas y Aceites* (I Grasa), *Revista de Informática y Automática* (IE Automática) y *Racionalización* (INR Trabajo). A las revistas hay que sumar las publicaciones propias, así como los informes internos sobre los trabajos de investigación.

---

<sup>745</sup> PJC (1949).

<sup>746</sup> CSIC-PJC (1964).

<sup>747</sup> CSIC-PJC (1969).

<sup>748</sup> Véase en la bibliografía las memorias del PJC editadas entre 1947 y 1961. La colección llega hasta 1974, y la más completa se encuentra en la Biblioteca Central del CSIC.

<sup>749</sup> CSIC (1946b).

<sup>750</sup> CSIC (1947b).

C — Libros de las Actas de la Junta de Gobierno y de la Comisión Permanente.

Estos libros son anuales con la excepción de los dos primeros años, 1946 y 1947, que se presentan en un sólo tomo. Existen dos colecciones. Una en el departamento de Actas del CSIC —accesible a la consulta pública previa autorización— y otra en el Archivo de la Ciencia de la Universidad Autónoma de Madrid.

Esta fuente se cita en la tesis de la siguiente manera: PJC JG 17-7-53, que se lee Patronato "Juan de la Cierva" Junta de Gobierno del día diecisiete de julio del año 1953, y PJC CP 12-2-54, que se lee Patronato "Juan de la Cierva" Comisión Permanente del día doce de febrero del año 1954.

D — Contabilidad del Patronato "Juan de la Cierva".<sup>751</sup>

El objetivo que perseguí al estudiar la contabilidad del Patronato fue averiguar como funcionaba. Creo haberlo conseguido, pero sin duda, todos los de contabilidad del Patronato, que a continuación presento, pueden ser explotados de manera más eficiente por un historiador de la contabilidad.

Los problemas principales se han derivado de la necesidad de hacer casar las diferentes concepciones contables, que se suceden en el tiempo, con las series que iba reconstruyendo. De todas formas el cambio contable más significativo se da en 1967<sup>752</sup>.

---

<sup>751</sup> Los libros de contabilidad del Patronato se encuentran en el armario del cuarto de la fotocopidora del 2º piso de la sede central del CSIC. Este armario pertenece a la Sección de contabilidad.

<sup>752</sup> Además, es la fecha en la que desaparecen las aportaciones directas del INI.

Las series se cortan en 1970 porque la principal fuente, las *Cuentas Corrientes por Contraídos*, concluyen ese año. De cualquier manera este es un corte lógico, ya que es en 1971 cuando las aportaciones o exacciones a la industria dejan de percibirse, con lo que queda zanjado el sistema que se había fraguado en 1946. La pervivencia del Patronato hasta 1977 puede estudiarse como un lento proceso de transformación que condujo a su reingreso en la estructura del CSIC.

1 — *Cuentas Corrientes por Contraídos. Patronato Juan de la Cierva de Investigación Técnica — Sección de Contabilidad.*

Las *Cuentas Corrientes* del Patronato pueden consultarse, previa autorización, desde el año 1949 hasta 1970. La información que recogen es la contabilidad pormenorizada del PJC. Desgraciadamente, como ya he indicado, no incluye información sobre personal. Además los datos de sueldos están agregados, cuando no unidos a otras partidas aún más generales. Por contra, la pormenorización con respecto a los ingresos es exhaustiva.

Cada libro de *Cuentas Corrientes* abarca un ejercicio contable y se divide en tres grandes apartados: Derechos reconocidos, Obligaciones reconocidas y Centros.

En un segundo nivel de desagregación se advierten cinco partidas que se mantienen más o menos estables a lo largo del período estudiado: Aportaciones de la Industria, Aportaciones de Ministerios, Aportaciones por patentes —sólo a partir de 1957—, Recursos varios de los Institutos y Subvenciones y donativos. Los criterios contables para ubicar un determinado ingreso en una u otra partida han variado con los años, de modo que a veces es difícil reconstruir las series.



Todo centro tiene su apartado dentro de la partida de Recursos varios, e incluso hay algunos epígrafes comunes para todos los institutos, como el de reintegros procedentes de las liquidaciones de los presupuestos de años anteriores. Sin embargo, los contenidos y su nivel de agregación a la hora de presentarse en los epígrafes varían para cada instituto, de manera que sólo se puede hacer una reconstrucción del conjunto de los recursos propios sin mayor desagregación. Dentro de este agregado, pero sin posibilidad de distinguirlos exceptuando algunos años y sólo para ciertos institutos, están partidas tan interesantes como los servicios a las empresas, las ventas de aparatos y publicaciones, los derechos de patentes —con anterioridad a 1957— y, a veces, los préstamos concedidos a los institutos. Las partidas Recursos varios y de Subvenciones y donativos revelan que algunos institutos tuvieron una intensa relación con alguna empresa o asociación en particular. Así, por ejemplo, el I Soldadura mantuvo con UFESA (Unión de Fabricantes Electrodo SA) unas excelentes relaciones económicas, llegando a ser UFESA, en términos relativos a su tamaño, uno de los mayores donantes para investigaciones. También destacan los casos del IE Automática y el IN Electrónica con la Finance Officer Joint US. Recuérdese que el EOARDC financió las investigaciones sobre ferromagnetismo del IE Automática desde 1957 hasta 1963 —véase apartado 5.3.1 del capítulo quinto—.

Sólo cuando las aportaciones, donativos, y pagos de patentes son elevados se refleja el nombre de la empresa u organismo estatal pagadores. El INI aparece como tal en algunas ocasiones, al igual que algunas de sus empresas.

2 — *Cuentas Generales de Presupuestos*. Esta colección abarca desde 1946 hasta 1976 y falta el año 1975. En estas cuentas destacan tres apartados: Balances, Ingresos y Gastos. Se han utilizado los balances como fuente complementaria de las series de *Cuentas Corrientes*. Los balances permiten continuar algunas series a partir de 1960, pero no tienen el detalle de la *Cuentas Corrientes*.

3 — *Registro de libramientos de pagos (o de mandamientos)*, esta fuente comprende de 1946 hasta 1966. Son los libros donde se van reflejando todos los pagos que va realizando el Patronato. Su orden está dictado por la ejecución del pago, por lo cual no contiene ninguna ordenación temática. Tan sólo lo he utilizado para intentar comprobar la falta de liquidez que el Patronato sufrió a mediados de los años cincuenta, pero no se puede pasar de esto a realizar un estudio de los ciclos anuales de liquidez, porque el *Registro* no ofrece datos sobre los fondos de la caja.

4 — Libros sueltos:

*Derechos reconocidos* años 1960 y 1961.

*Libros auxiliares de cuentas corrientes del Presupuesto de Gastos* años 1946, 1947 y 1948.

*Escritura pública de la adquisición de terrenos del Patronato Juan de la Cierva*, año 1948.

*Construcciones y adquisiciones extraordinarias*, año 1952.

Las fuentes contables han sido las utilizadas para reconstruir los ingresos del Patronato. Gracias a ello se pueden reconocer los apoyos económicos con un nivel de pormenorización aceptable. Como el interés de la investigación está en los respaldos que recibía el Patronato y el producto científico que se lograba con ellos, no ha sido imprescindible descender en detalle con respecto a los gastos. Aparentemente, estos podrían haberse deducido de la reconstrucción de series significativas de gastos, a partir de los libros de *Registro de libramientos de pagos*, pero como ya se ha señalado, estos libros no tienen división por partidas, como los de *Cuentas Corrientes*, sino que son los apuntes diarios que se van formalizando con diversos grados de asociación, de tal manera que en unas ocasiones se apunta sólo material, en otras material y salarios, en otras construcciones, y así, hasta las diferentes permutaciones

posibles, de modo que al final sólo se obtiene una cuenta única. Debido a este problema con los libros de *Registro de libramientos de pagos*, los grandes apartados del gasto (personal y material) se han obtenido de las *Memorias*, las cuales ofrecen unos resúmenes de ingresos y gastos anuales para el período 1949 - 1958. Posteriormente, esta información desaparece de las *Memorias*.

A través de la información de las *Memorias* sólo se pueden conocer los capítulos de gasto total en personal y el agregado del material. Es imposible reconstruir a partir de estas fuentes las series, por una parte, de maquinaria, instrumentos de laboratorio y material fungible, y por otra, de investigadores, técnicos y administrativos. Además, esta fuente no permite reconstruir la calidad de la dotación de medios de forma desagregada y en función de su mayor o menor utilización. Tampoco se puede lograr esto por medio de los inventarios que aparecen en algunos volúmenes de las *Cuentas Generales de Presupuestos*, ya que se presentan de manera agregada para todo el Patronato.

La utilización de dos fuentes diferentes para analizar por un lado los ingresos (*Cuentas Corrientes*) y por otro los gastos (*Memorias*) generó un interesante problema de adecuación que paso a exponer.

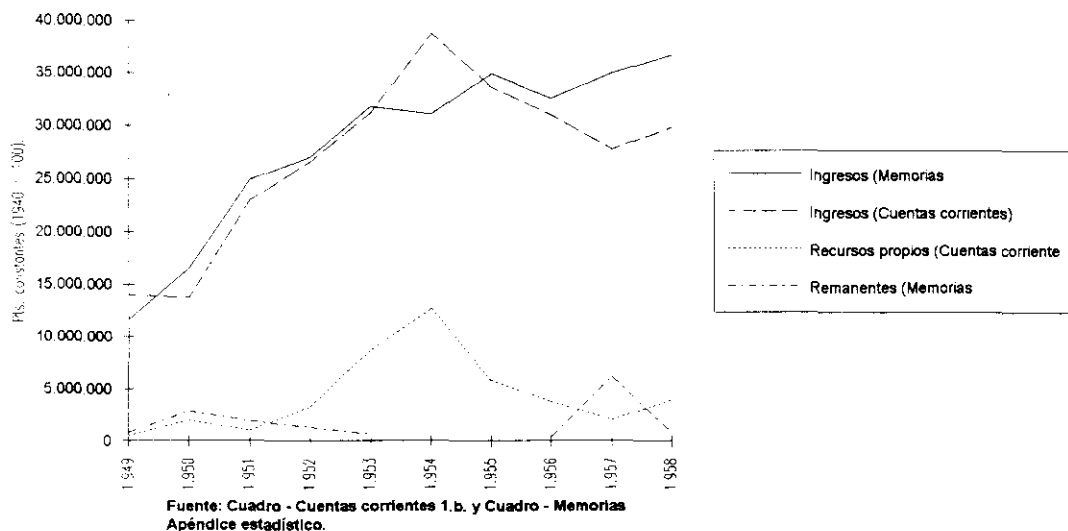
### El efecto desaparición de la crisis de mediados de los años cincuenta

El lector habrá detectado una diferencia leve entre 1949 y 1953 entre los datos de ingresos que se ofrecen partiendo de las *Memorias* como fuente y los de los de las *Cuentas Corrientes* —compárense los cuadros Cuentas corrientes 1.a. y 1.b. con los cuadros Memorias 1. y 2. del Apéndice estadístico—. Esta diferencia viene determinada por el "juego" que el Patronato realizaba con los remanentes. En las *Memorias* los remanentes del año n-1 se consideran ingresos que se contabilizan al

año siguiente, o incluso, cuando se cierra definitivamente la contabilidad de un ejercicio dos o tres años después. Si queda algún remanente no contabilizado en el año  $n$  se suma al  $n+1$  o al  $n+2$ .

Como muestra el gráfico Fuentes.1., este "juego" con los remanentes no crea una diferencia sustancial de los datos de ingresos de las *Memorias* con respecto a los de las *Cuentas Corrientes*, pero a partir de 1953 la disparidad es tan notable, que si analizásemos los ingresos del PJC por los datos que ofrecen sus *Memorias* la crisis de mediados de los años cincuenta no existiría.<sup>753</sup> Con lo que la tesis perdería uno de sus apoyos. Sin embargo, la labor de lectura de los documentos, en especial de las *Actas de la Comisión Permanente del Patronato "Juan de la Cierva"* dejan pocas dudas sobre la existencia de una crisis de recursos.

**GRAFICO Fuentes.1. El efecto desaparición de la crisis de mediados de los años cincuenta en el Patronato "Juan de la Cierva".**



<sup>753</sup> Aparte de notarse la diferencia en los cuadros ya indicados del Apéndice estadístico, esta es perceptible en el gráfico 4.10. En este gráfico se utilizaron los datos del gasto que proporcionaban las *Memorias*. Además hay que tener presente que los resúmenes de ingresos y gastos que se presentan en las *Memorias* lógicamente cuadran, de modo que la curva de ingresos es la misma, tal y como se percibe en el gráfico Fuentes.1. Tanto en el gráfico 4.10. como en el Fuentes.1. puede observarse que la crisis de mediados de los años cincuenta no se refleja, lo cual es chocante en comparación con el gráfico 4.2.

La contradicción que aparecía tras la desigualdad entre los datos tenía su origen en el "juego" con los remanentes y en el momento en el que se efectuaba el gasto en una determinada partida, que no tenía porqué coincidir en el mismo año en el que se obtenía el ingreso. Esto produjo lo que he denominado en el gráfico Fuentes.1., el efecto desaparición de la crisis de mediados de los años cincuenta. En síntesis, lo que sucedió fue que los ingresos que se percibieron por los préstamos en los años 1953 y 1954 —contabilizados bajo el epígrafe de Recursos propios (Cuentas corrientes)— no fueron realmente gastados hasta 1956 - 1958, donde reaparecieron en forma de remanentes —Remanentes (Memorias)—. Pero este aplazamiento de los ingresos es, desde el punto de vista del análisis de la institución y no desde el contable, ciertamente ficticio, puesto que su gasto ya estaba comprometido con anterioridad.

#### E - Fuentes utilizadas en el INI para corroborar las relaciones con el Patronato "Juan de la Cierva".

La fuente principal utilizada dentro del archivo del INI han sido los legajos pertenecientes a la Dirección Técnica que abarcan desde 1945 hasta 1970. La documentación entre 1945 y 1955 es la más rica y se encuentra en la sección Estafeta, anaqueles B-2, C-2 y D-2. El resto de la información, la que va de 1955 a 1970 es más escasa. La desaparición de la Dirección Técnica ocurrió el 22 de septiembre de 1970 por decisión directa del presidente C. Boada. En la misma remodelación también quedaron anulados el Centro de Estudios Económicos de Información y Síntesis (CEEIS) y la Dirección de Construcción, que en los años cincuenta había sido el CETO (Centro de Estudios Técnicos de Obras).<sup>754</sup>

---

<sup>754</sup> La documentación sobre el final de la Dirección Técnica se encuentra en el Armario 9-A Orgánica ficheros del archivo vivo del INI.

Dentro de la sección Estafeta del archivo general del INI se encuentran otros materiales interesantes con respecto a la tecnología bajo firmas diferentes a la de Dirección Técnica. En particular son dos: los cartapacios dedicados a Patentes y Marcas, que van desde 1943 hasta 1955 bajo la firma 004-0 (Anaquel E-1, cartapacios 4,5 y 6), y los cartapacios bajo el epígrafe de Laboratorios Semi-industriales que abarcan desde 1945 a 1955 bajo la firma 276 (Laboratorios semi-industriales de industrias químicas y textiles) (Anaquel E-4, cartapacios 9 y 10).

La cita de esta fuente se realiza normalmente por expedientes de la siguiente manera:

INI, sección (E Estafeta V Vergara), legajo, firma, número del legajo en el anaquel empezando por la izquierda, carpeta (si el legajo tiene más de una carpeta), expediente (número que tiene), y fecha. Ejemplo: -INI, E, legajo 004-0, 9, exp. 32 (1-1-1945)-, que se lee de la siguiente manera: Archivo del INI, sección Estafeta, Legajo correspondiente al tema de Patentes y Marcas, que está situado el noveno empezando por la izquierda en el anaquel correspondiente a dicha firma, expediente número 32 cuya fecha es el uno de enero de 1945.

Cuando una firma supera la dimensión de un anaquel, o su localización en este es difícil a simple vista porque ocupa muy poco lugar, entonces, después de la E de Estafeta he puesto entre paréntesis el nombre toponímico que tiene la balda.

#### F - Fuentes para la realización de las bases de datos

La base 68-PJC.DBF ha sido confeccionada utilizando las memorias del CSIC. Comprende desde 1941 hasta 1945, años en los que el Patronato aún no publicaba su propia memoria, por lo que la información sobre los proyectos de investigación aparecía en la memoria del CSIC. No existe una documentación secundaria abundante, como actas, libros y revistas, que permita realizar para el conjunto de los proyectos una labor adecuada de depuración.

La base 1147-PJC.DBF ha sido realizada empleando las memorias del Patronato. Abarca el período 1946 - 1953. Aunque la información sobre los proyectos de investigación llega a ser muy minuciosa, en ocasiones más de tres páginas por proyecto, lo cierto es que, por contra, en algunos casos la información es mínima. Para estos proyectos ha sido necesario contrastar la información de las memorias con la de informes internos de los institutos, artículos de revistas y, sobre todo, con las notas de las *Actas de la Comisión Permanente*, que en algunos casos permitían distinguir los proyectos más complejos del resto.

#### G - Fuentes para el estudio del caso particular del IE Automática.

Con respecto al caso particular como el que se presenta en el capítulo quinto, las fuentes utilizadas son múltiples. A las hasta aquí consignadas hay que añadir la correspondencia particular de los protagonistas, así como las fuentes orales. Tuve la suerte de conocer y dialogar con José García Santesmases. De las conversaciones guardo un archivo de cuatro cintas magnetofónicas. García Santesmases me proporcionó la documentación más interesante para reconstruir la historia del IE Automática. De aquella documentación destacaban los informes internos que el propio García Santesmases redactó pidiendo ayuda al CSIC o al INI. Por último, me gustaría mencionar que cuando se trabaja a este nivel de descripción también empieza a

aflorar la "cultura material", es decir, las máquinas, circuitos, prototipos y artefactos que fueron creados o reproducidos.



## **Bases de datos**

### Guía de claves para la comprensión de las claves utilizadas en las bases de datos.

#### **Area científica y tecnológica**

Ordenación por áreas de la ciencia y la tecnología, según la clasificación de la UNESCO recogida en el *Manual de Frascati* <sup>755</sup>.

CEN	Ciencias exactas y naturales
IT	Ingeniería y tecnología (incluye ingeniería química)
CM	Ciencias médicas
CA	Ciencias agrarias
CS	Ciencias sociales
H	Humanidades

#### **Objetivo**

Distribución por objetivos socioeconómicos <sup>756</sup>.

1. Desarrollo de agricultura, silvicultura y pesca
2. Promoción del desarrollo industrial, minería (si sólo es minería aparece 2b), comercio, servicios, y aprovechamiento de residuos (si sólo es aprovechamiento de residuos aparece 2r)
3. Promoción y utilización racional de la Energía (en el caso del agua es 3b)
4. Transportes y telecomunicaciones
5. Calidad de vida (si sólo es calidad de vida aparece 5b) e infraestructuras

---

<sup>755</sup> OCDE-CDTI (1976), cuadro III, p. 35.

<sup>756</sup> OCDE-CDTI (1976), pp. 72-76.

6. Protección medio ambiente - Contaminación
7. Sanidad, lucha contra enfermedades (excluyendo contaminación)
8. Desarrollo social y condiciones
9. Cultura, medios de comunicación social, ocio
10. Educación
11. Condiciones de trabajo (incluye organización científica del trabajo)
12. Planificación económica (incluye normalización y gestión)
13. Exploración y explotación de la Tierra y la Atmósfera
14. Promoción general del conocimiento ( incluye divulgación científica)
15. Espacio civil (investigación espacial no militar)
16. Defensa

## ISIC

Clasificación por la principal actividad industrial potencialmente beneficiada por cada proyecto, siguiendo la clasificación ISIC (clasificación internacional de actividades industriales)<sup>757</sup>.

- 1 Agricultura
- 2 Industrias extractivas<sup>758</sup>
- 351 Industria química
- 3522 Productos farmacéuticos
- 353 Derivados de petróleo y carbón
- 371 Metales férreos
- 372 Metales no férreos
- 381 Construcciones metálicas (calderas)
- 385 Instrumentos
- 3825 Maquinaria de oficina y cálculo

---

<sup>757</sup> OCDE-CDTI (1976), cap. III.

<sup>758</sup> En minería sólo se consideran proyectos de investigación el desarrollo de nuevos métodos y técnicas de trazados geológicos, así como investigaciones de fenómenos geológicos al servicio de objetivos científicos.

- 382 Maquinaria (hornos con maquinaria)
- 383 Industria eléctrica
- 3822 Equipo eléctrico y componentes
- 3843 Vehículos de motor
- 3841 Construcción naval
- 3842 Material de transporte
- 3845 Aeroespacial
- 31 Alimentación
- 32 Textiles y cuero
- 355 Caucho y plásticos
- 36 Piedra, vidrio (óptica), arcilla / cemento
- 34 Papel, imprenta
- 33 Madera, mobiliario
- 39 Otra actividades relacionadas con la química
- 4 Electricidad, agua y gas /energías
- 5 Construcción / Obras públicas
- 71 Transporte y almacenamiento
- 72 Comunicaciones y telecomunicaciones
- 8324 Servicios científicos y de ingeniería (normalización)
- 6 Comercio
- 8 Bancos, seguros
- 9 Servicios sociales a la comunidad, educación y salud

## Producto

Clasificación por el principal grupo de productos industriales potencialmente beneficiados por cada proyecto, siguiendo la organización del *Manual de Frascati*<sup>759</sup>.

- 1 Productos agrícolas y pesca
- 2 Productos extraídos sin refinar

---

<sup>759</sup> OCDE-CDTI (1976), cuadro IV. 1, p. 40.

3	Productos eléctricos
4	Productos de telecomunicación
6	Productos químicos
7	Farmacia
8	Refinados del carbón petróleo
10	Aeronaves
11	Misiles
12	Vehículos a motor
13	Buques
14	Otro material de transporte
15	Transformados del hierro y acero
16	Transformados metálicos no férricos
17	Manufacturas metálicas excepto maquinaria
18	Motores y turbinas
19	Maquinaria agrícola
20	Maquinaria de oficina e informática
21	Armamento
22	Otra maquinaria
23	Instrumentos de precisión
24	Alimentos
25	Textiles y cueros
26	Caucho y plástico
27	Minerales no metálicos
28	Papel e impresión
29	Madera
31	Electricidad, gas y vapor
32	Agua y depuradoras
33	Construcciones públicas
34	Educación

## Complejidad<sup>760</sup>

Distribución según la complejidad de la investigación, de acuerdo con los factores que afectan a la difusión de la tecnología según N. Rosenberg<sup>761</sup>, y teniendo en cuenta las salvedades que indica C. Freeman<sup>762</sup>.

NIVELES DE COMPLEJIDAD TIPO A (en la base de datos estos niveles aparecen desagregados)

### - Perfecciones desarrolladas con tecnologías precedentes

MEJF<	Mejoras en el proceso de fabricación
MEJP<	Mejoras del producto
RESI<	Aprovechamiento de residuos

### - Percepción del problema y formulación del marco

ESTU	Estudios de carácter teórico
EXPL	Exploraciones
INFO	Informe documental (incluidas las bibliografías y visitas)
ANAL	Análisis rutinario / sondeos / encuestas / datos socioeconómicos
DESC	Descripciones
PROS	Análisis de prospectiva y factibilidad

---

<sup>760</sup> El criterio para distinguir la I+D de otras actividades conexas es la presencia en la I+D de un elemento apreciable de novedad —OCDE-CDTI (1976), pp. 22-24—.

Si el objetivo principal es el de lograr perfeccionamientos técnicos en el producto o en el proceso, el trabajo que habría que efectuar entraría dentro de la definición de I+D. Si, por el contrario, tanto el producto como el proceso están substancialmente fijados y el objetivo fundamental es desarrollar mercados, efectuar la planificación previa a la producción o conseguir que los sistemas de producción o de control operen armónicamente, entonces el trabajo ya no entra en la I+D —OCDE-CDTI (1976), p. 25—.

<sup>761</sup> Rosenberg (1979a), cap. 11.

<sup>762</sup> Freeman (1975), pp. 318-325.

- Reproducción

UTIL	Utilaje y reproducciones
------	--------------------------

- Reparación

REPA	Reparaciones / mantenimiento
------	------------------------------

- Perfeccionamientos utilizando técnicas recientes

MEJF-	Mejoras en el proceso de fabricación
-------	--------------------------------------

MEJP-	Mejoras del producto
-------	----------------------

RESI-	Aprovechamiento de residuos
-------	-----------------------------

- Comercialización

COME	Comercialización
------	------------------

- Desarrollos en la fase de utilización por parte del usuario

MANU	Manuales / instrucciones
------	--------------------------

ACOM	Acomodación a normativas
------	--------------------------

CONT	Control de calidad
------	--------------------

ESSE	Estudios de seguridad
------	-----------------------

- Gestión

GEST	Gestión / organización científica del trabajo
------	---

NIVELES DE COMPLEJIDAD TIPO B (en la base de datos 1147-PJC.DBF aparecen agregados bajo la letra B)

- Acto de intuición

IN	Intuición e invención
----	-----------------------

- Nivel de innovación, perfeccionamiento y revisión crítica de innovaciones

PROT	Prototipo / experiencias piloto
PLAN	Planta piloto / experiencias piloto
METO	Método de fabricación
COMI	Comienzo del proceso de fabricación
I+DS	I+D suplementaria
COME>	Comercialización

- Perfeccionamientos utilizando técnicas muy recientes

MEJF>	Mejoras en el proceso de fabricación
MEJP>	Mejoras del producto
RESI>	Aprovechamiento de residuos
DISE	Diseño estético

### **Naturaleza**

Distribución según la naturaleza de la investigación, valorando la diferencia entre proceso y producto<sup>763</sup>.

PROC Proceso productivo

PROD Producto o servicio económico

PC Producto científico (también PCT)

### **Tipo de investigación**

Distribución por el tipo de investigación realizada, según la describe C. Freeman<sup>764</sup>.

DIVU Divulgación científica

---

<sup>763</sup> Utterback y Abernathy (1975).

<sup>764</sup> Freeman (1975), pp. 313-318.

BASI	Investigación básica
APLI	Investigación aplicada
DESA	Investigación de desarrollo industrial



# Base de datos 68-PJC-DBF

AÑO	INSTITUTO	PROYECTO DE INVESTIGACION	AREA Científica y Tecnológica	OBJE-TIVO	ISIC	PRODUC-TO	NATURALEZA	Proceso / Producto	TIPO de investigación
1941	T Subvencionados	Bauxitas para aluminio (Asturias)	CEN	2	372	16	Anal	Prod	Apli
1941	T Subvencionados	Hullas nacionales para coquificación	CEN	2	2	8	Anal	Prod	Desa
1941	T Subvencionados	Pizarras bituminosas de Bodes (destilación)	CEN	2	353	8	Anal	Prod	Desa
1941	T Subvencionados	Cobalto de las escombreras de Villamanín (León)	CEN	2	2	2	Anal	Prod	Apli
1941	T Subvencionados	Utilización de minerales pobres en hierro y ricos en sílice para acero	CEN	2	371	15	Info	Proc	Apli
1941	ITC Edificación	Formas de trabajo del hormigón piezas prismáticas	IT	5	5	27	Anal	Prod	Desa
1942	IN Combustible	Estudio físico-químico de los carburantes	IT	2	353	8	Anal	Proc	Apli
1942	IN Geofísica	Influencia de la radiactividad en protozoarios	CEN	6	8324	35	Estu	Proc	Apli
1942	IN Combustible	Proyecto horno destilación escalonada de carbón	IT	2	381	15	Prot	Prod	Desa
1942	ITC Edificación	Comportamiento del hormigón según solidificación	IT	2	5	27	Estu	Proc	Desa
1942	IN Combustible	Estudio pizarras bituminosas del Sahara	CEN	2	2	2	Anal	Prod	Apli
1942	IN Geofísica	El clima de España	CEN	14	9	35	Estu	PC	Basi
1942	ITC Edificación	Sistemas abrev.de comprobación de arcos de puentes	IT	5	5	33	Manu	Proc	Desa
1943	IN Geofísica	Influencia de la marea en el delta del Ebro (cultivos arroceros y puentes)	CEN	13	1	1	Estu	Proc	Apli
1943	IN Combustible	Estudio de los combustibles para gasógenos. Aptitud de carbones preparados.	CEN	2	353	8	Anal	Proc	Desa
1943	IN Combustible	Estudio de areniscas impregnadas de de Burgos (bituminosas)	CEN	2	353	8	Estu	Proc	Apli
1943	IN Geofísica	Método eléctrico en la prospección de filones	CEN	2	2	2	Meto	Proc	Desa
1943	IN Geofísica	Desintegración nuclear y edades geológicas	CEN	14	8324	30	Meto	PC	Desa
1943	IN Geofísica	Relaciones entre Geología y Geofísica	CEN	14	8324		Estu	PC	Basi
1943	IN Geofísica	Investigaciones sísmicas para determinar estructuras, fallas, cursos subterráneos, yacimientos.	CEN	13	2	2	Anal	Proc	Apli
1943	T Subvencionados	Flotación de minerales (preparación de minerales)	CEN	2	2	2	Meto	Proc	Desa
1943	IN Geofísica	Enfriamiento adiabático del aire saturado	CEN	14	8324		Estu	PC	Basi
1943	IN Geofísica	Prospección eléctrica	CEN	2	8324	2	Meto	Proc	Desa
1943	IN Geofísica	Interpretación del teorema hidrodinámico de Ertel	CEN	14	8324		Estu	PC	Basi
1943	IN Combustible	Aplicación del índice de refracción al análisis de hidrocarburos	CEN	2	353	8	Anal	Proc	Apli
1943	IN Geofísica	Influencia de la radiactividad en los animales	CEN	6	8324	35	Estu	Proc	Apli
1943	T Subvencionados	Cok apto para siderurgia	CEN	2	371	8	Anal	Prod	Desa
1943	IN Geofísica	Sismología pura	CEN	14	8324	35	Estu	PC	Basi
1943	IN Geofísica	Corrientes eléctricas atmosféricas	CEN	14	8324		Estu	Proc	Basi
1943	IN Combustible	Reacción hidrocarburos etilénicos con ácido sulfúrico	CEN	14	353	8	Estu	Proc	Apli
1943	IN Geofísica	Estudio sobre la propagación de las ondas sísmicas	CEN	14	8324	35	Estu	PC	Basi
1943	T Subvencionados	Análisis de metales utilizando potenciómetros	CEN	2	2	15	Meto	Proc	Desa
1943	ITC Edificación	Muros de contención en forma de membranas en conoide	IT	5	5	30	Meto	Prod	Apli
1943	ITC Edificación	Fotoelasticidad	IT	5	5	30	Estu	Proc	Apli
1943	ITC Edificación	Problemas de la red viaria española (pavimentos)	IT	5	5	30	Estu	Proc	Desa
1943	ITC Edificación	Comportamiento anelástico del hormigón armado	IT	5	5	30	Meto	Proc	Apli
1944	IN Geofísica	Cálculo de posiciones de estrellas dobles	CEN	13	8324		Estu	PC	Basi

1944	IN Geofísica	Cálculo tensorial	CEN	14	8324		Estu	PC	Basi
1944	IIT Barcelona	Metales y aleaciones ligeras	IT	2	371	15	Anal	Proc	Apli
1944	IN Geofísica	Orbitas aparentes de estrellas dobles visuales	CEN	13	8324		Estu	PC	Basi
1944	IIT Barcelona	Fundiciones especiales	IT	2	381	15	Prot	Proc	Desa
1944	IN Geofísica	Plomo radiogénico-determinación de edad minerales	CEN	14	8324		Estu	Proc	Basi
1944	IN Geofísica	Magnetismo terrestre	CEN	13	8324		Estu	PC	Basi
1944	IN Combustible	Separación cuantitativa del níquel y cobalto	CEN	2	372	16	Metó	Proc	Apli
1944	IN Geofísica	Acción de la radiactividad sobre animales	CEN	6	8324		Estu	Proc	Apli
1944	IN Geofísica	Métodos de Prospección eléctrica	CEN	2	2	2	Info	Proc	Apli
1944	IN Geofísica	Coordenadas y selección de estrellas	CEN	14	8324		Estu	PC	Basi
1944	IN Combustible	Métodos potenciométricos para determi. de metales	CEN	2	8324	15	Anal	Proc	Apli
1944	IN Geofísica	Influencia lunar en corrientes telúricas	CEN	13	8324		Estu	PC	Basi
1944	IN Combustible	Ensayos fisicoquímicos plasticidad de arcillas	CEN	2	351	27	Estu	Proc	Apli
1944	IN Geofísica	Estudio del gran batismo sudamericano 17-1-22	CEN	13	8324		Estu	PC	Basi
1944	IN Combustible	Determinación bario en presencia de estricio calci	CEN	14	8324	16	Anal	Proc	Desa
1944	IN Geofísica	Geología y geofísica aplicada (teórico)	CEN	13	2	2	Anal	PC	Basi
1944	IN Geofísica	Termodinámica de la atmosfera	CEN	13	8324		Estu	PC	Basi
1944	IN Geofísica	Aguas subterráneas en Castellón	CEN	5	4	32	Info	Prod	Apli
1944	IIT Barcelona	Catalizadores	CEN	2	351	6	Estu	Proc	Apli
1944	IN Geofísica	Singularidades y simetrías del tiempo en España	CEN	13	8324		Estu	PC	Basi
1945	ITC Edificación	Productividad en la construcción	CS	11	8324		Meif	Proc	Apli
1945	Laffón-Selgás	Micrófono de bobina móvil	IT	2	72	4	Prot	Prod	Desa
1945	IN Geofísica	Agitación microsísmica mediterránea (España)	CEN	13	8324		Estu	PC	Basi
1945	ITC Edificación	Piezas sometidas a fuerzas de masa (presas)	IT	2	5	33	Info	Proc	Desa
1945	IN Geofísica	Métodos para determinar profundidad focos sísmicos	CEN	13	8324		Estu	PC	Basi
1945	Laffón-Selgás	Procedimiento de transmisión a oscilógrafos	IT	2	385	23	Mejp	Prod	Desa
1945	Laffón-Selgás	Procedimiento mecánico de conexión de estru. eléct	IT	2	382	23	Mejp	Proc	Desa
1945	ITC Edificación	Nuevos tipos de presas de gravedad	IT	5	5	33	Info	Prod	Desa
1945	ITC Edificación	Métodos de cálculo para estructuras múltiples	IT	5	5		Estu	Proc	Apli
1945	Laffón-Selgás	Lector fotoeléctrico para sonido sobre película	IT	9	9	23	Prot	Prod	Desa
1945	ITC Edificación	Determinación de tensiones en estructuras pretensa	IT	5	5	33	Anal	Proc	Desa

Base de datos 1147-PJC.DBF

AÑO	INSTITUTO	PROYECTO DE INVESTIGACION	Area científica y tecnológica	Objetivo	ISIC	Producto	Complejidad	Naturaleza	Tipo de investigación
1946	AEE	Acumulador basado en el principio de absorción. Ensayo	it	2	383	3	B	prod	desa
1951	CE Frio	Conservación frigorífica de patatas en planta semindustrial piloto por el método Krebs	it	2	31	24	B	proc	desa
1952	CE Frio	Conservación de patatas y estabilización en cámaras Krebs	it	2	31	24	B	proc	desa
1952	CEL Bejar	Coefficiente de torsión del hilo de estambre	it	2	32	25	cont	pct	desa
1952	CEL Bejar	Valoración rápida de grasa en la lana	cen	2	32	25	acom	pct	desa
1952	CEL Bejar	Relaciones entre torsión y diámetro del hilo de lana- identificación fotográfica de la finura	it	2	32	25	anal	pct	desa
1952	CEL Bejar	Tintura de lana con ácido láctico	it	2	32	6	mej<	proc	desa
1952	CEL Bejar	Detergentes españoles. Actividad superficial	it	2	32	6	anal	pct	desa
1952	CEL Bejar	Clasificación técnica de los tejidos de lana	it	12	32	25	acom	pct	desa
1952	CEL Bejar	Regularidad de los hilos de lana cardada y de estambre	it	2	32	25	cont	pct	desa
1952	CEL Bejar	Estudio estructural de las lanas españolas	it	2	32	25	info	pct	divu
1952	CEL Bejar	Lavado de lana en medio ácido	it	2	32	25	anal	proc	divu
1952	CEL Bejar	Hilos de lana, resistencia de tejidos. Torsiones específicas críticas	it	2	32	25	mej<	proc	desa
1952	CEL Bejar	Escama de fibra de lana y su degradación. Estructura histológica y fibro-granular	it	2	8324	25	mej<	proc	desa
1953	CEL Bejar	Tintura de lana con ácido láctico	it	2	32	6	mej<	proc	desa
1953	CEL Bejar	Regularidad de los hilos de lana cardada y de estambre	it	2	32	25	cont	pct	desa
1953	CEL Bejar	Detergentes sintéticos. Actividad superficial	it	2	32	6	anal	pct	desa
1953	CEL Bejar	Clasificación técnica de los tejidos de lana	it	12	32	25	acom	pct	desa
1953	CEL Bejar	Valoración rápida de grasa en la lana	cen	2	32	25	acom	pct	desa
1953	CEL Bejar	Estudio estructural de las lanas españolas	it	2	32	25	info	pct	divu
1953	CEL Bejar	Relación entre resistencia y alargamiento en la rotura de fibra de lana	it	2	32	25	mej<	proc	desa
1950	D Optica	Reproducción de colores espectrales puros por fotografía	it	14	34	28	estu	proc	basi
1950	D Optica	Cuarzos y arenas para fabricación de vidrio óptico y vidrio plano	it	2b	36	27	anal	proc	desa
1950	D Optica	Placas y superficies esféricas como elementos correctores de los modernos sistemas ópticos	it	2	385	27	B	proc	desa
1950	D Optica	Ley de Talbot para luminancias muy cercanas al umbral de visión. Validación	it	14	34	28	info	pct	apli
1950	D Optica	Variación de dimensiones de las imágenes fotográficas en función de la exposición	it	14	34	28	info	proc	apli
1951	D Optica	Fotómetro para medidas de materiales luminiscentes	it	2	8324	23	mej<	prod	desa
1951	D Optica	Fotometría espectral de vidrios coloreados. Mediciones	it	2	385	27	anal	pct	desa
1951	D Optica	Sustancias luminiscentes ya industrializadas en el extrajero. Técnica semiindustrial	it	2	351	6	mej<	prod	desa
1951	D Optica	Espectrocolorímetro Wright. Modificaciones	it	14	8324	34	mej<	prod	apli
1951	D Optica	Absorción espectral y espectrofotométricas. Medidas	cen	14	8324	34	anal	proc	apli
1951	D Optica	Flujo luminoso de bengalas. Estudio	it	16	8324	6	anal	pct	desa
1951	D Optica	Astrolabio de prisma	it	2	385	23	util	prod	desa
1951	D Optica	Máquina para tallar superficies esféricas	it	2	36	27	B	prod	desa
1951	D Optica	Lupas de aumento	it	2	385	23	util	prod	desa
1951	D Optica	Objetivos de apertura	it	2	36	23	util	prod	desa
1951	D Optica	Coronógrafo para observación solar	it	14	385	23	util	prod	desa
1951	D Optica	Cámara para uso astronómico	it	14	8324	23	util	prod	desa
1951	D Optica	Anteojo binocular de 30*210	it	2	385	23	util	prod	desa

1951	D Óptica	Fotometría para un atlas de color. Mediciones	cen	14	8324	34	info	pct	divu
1951	D Óptica	Sistemas ópticos con cuadrículas de revolución con prototipos para realizarlos industrialmente	it	2	36	27	B	prod	desa
1952	D Óptica	Vidrios correctores de aberraciones cromáticas de aumento	it	2	36	23	mejpc	prod	desa
1952	D Óptica	Aparato König-Martens para medidas de precisión. Mejora	it	14	385	23	mejpc	prod	desa
1952	D Óptica	Tablas para el cálculo de las flechas de superficie	it	12	385	23	acom	pct	desa
1952	D Óptica	Luminiscencia del borato de cinc. Estudio	it	2	351	6	anal	pct	apli
1952	D Óptica	Dispersión y distribución en sistemas ópticos. Influencias	it	2	385	23	cont	pct	desa
1952	D Óptica	Errores en objetivos y sistemas. Corrección y cálculo de objetivos	it	2	385	23	cont	proc	desa
1952	D Óptica	Aberración esférica de un sistema óptico. Cálculo	it	2	385	23	cont	pct	desa
1952	D Óptica	Sistemas ópticos. Cálculo de aberraciones (por calculadora)	it	2	385	23	cont	pct	desa
1952	D Óptica	Errores cromáticos. Cálculo	it	2	385	23	cont	pct	desa
1952	D Óptica	Tripletas para cámaras de proyección	it	2	385	23	util	prod	desa
1952	D Óptica	Materiales foto-sensibles. Purificación y activación	it	2	383	6	B	prod	desa
1952	D Óptica	Lupas binoculares	it	2	385	23	util	prod	desa
1952	D Óptica	Astrolabio de prisma	it	2	385	23	util	prod	desa
1952	D Óptica	Materias luminiscentes para tubos fluorescentes	it	2	383	6	B	prod	desa
1952	D Óptica	Óptica de oftalmoscopio	it	2	36	23	util	prod	desa
1952	D Óptica	Prismático 4*15	it	2	385	23	util	prod	desa
1952	D Óptica	Fotómetro para medidas de baja luminancias	it	2	8324	23	mejpc	prod	desa
1952	D Óptica	Colorímetros de estímulos espectrales y diferencial	it	2	8324	23	mejpc	prod	desa
1953	D Óptica	Formulaciones y tablas para medidas de los prototipos	it	12	8324	23	manu	pct	desa
1953	D Óptica	Sistemas con lentes de espesor fino	it	2	36	23	mejpc	proc	desa
1953	D Óptica	Errores en objetivos y sistemas. Corrección y cálculo de objetivos	it	2	385	23	cont	proc	desa
1953	D Óptica	Luminóforos sensibles al infrarrojo. Preparación	it	14	36	6	estu	pct	apli
1953	D Óptica	Propiedades radioluminiscentes de monocristales orgánicos. Estudio	it	14	8324	6	estu	pct	basi
1953	D Óptica	Luminiscencia de boratos puros. Estudio	it	2	351	6	anal	pct	apli
1953	D Óptica	Telómetros. Cálculo y construcción	it	2	385	23	util	prod	desa
1953	D Óptica	Puntero luminoso. Construcción	it	2	385	23	util	prod	desa
1953	D Óptica	Objetivos de proyección tipo triplete	it	2	36	23	util	prod	desa
1953	D Óptica	Colorímetros de estímulos espectrales y diferencial	it	2	8324	23	mejpc	prod	desa
1953	D Óptica	Astrolabio de prisma. Construcción	it	2	385	23	util	prod	desa
1953	D Óptica	Luminóforos para lámparas fluorescentes	it	2	36	6	mejpc	prod	desa
1953	D Óptica	Polariscopio para el examen de lámparas	it	2	383	23	mejpc	prod	desa
1953	D Óptica	Fotómetro para medidas de baja luminancia	it	2	8324	23	mejpc	prod	desa
1947	D Plásticos	Resinas a partir de materias primas nacionales. Obtención (potabilización de aguas y zumos)	it	2r	5	6	mejpc	proc	desa
1947	D Plásticos	Siliconas a partir de materias primas nacionales. Obtención	it	2r	351	6	mejpc	proc	desa
1948	D Plásticos	Resinas cambiadoras de ion. Desmineralización de aguas	it	6	5	26	B	prod	desa
1948	D Plásticos	Resinas termoestables para aplicaciones en fotoelasticidad	it	2	355	26	mejpc	prod	desa
1948	D Plásticos	Siliconas por el método Grignard y por síntesis directa entre silicio y cloruro metilo. Obtención	it	2	355	26	meto	proc	desa
1949	D Plásticos	Siliconas por el método Grignard y por síntesis directa entre silicio y cloruro metilo. Obtención	it	2	355	26	meto	proc	desa
1949	D Plásticos	Catalizadores nuevos de polimerización de vinilos.	it	2	355	6	B	prod	desa
1949	D Plásticos	Resinas cambiadoras de ion para desmineralización de aguas y aislamiento de sustancias orgánicas	it	6	5	26	B	prod	desa
1950	D Plásticos	Resinas cambiadoras de ion. Método de preparación	it	2	355	26	meto	proc	desa
1950	D Plásticos	Fibras de caseína de pescado (fabricación de lana artificial)	it	2r	351	25	B	proc	desa
1950	D Plásticos	Catalizadores nuevos para la polimerización de acrílicos	it	2	355	26	meto	proc	desa
1950	D Plásticos	Siliconas. Obtención, condensación y aplicaciones	it	2	355	26	meto	proc	desa
1950	D Plásticos	Fibras de poliéster a partir de pineno (madera). Obtención	it	2	351	6	B	proc	desa
1951	D Plásticos	Fibras de poliéster. Obtención de ácido tereftálico como materia prima	it	2	355	26	mejpc	prod	desa

1951	D Plásticos	Resinas cambiadoras de catión para el ablandamiento de aguas	it	2	351	6	mej-	prod	desa
1951	D Plásticos	Catalizadores nuevos de polimerización de vinilos	it	2	355	6	B	prod	desa
1951	D Plásticos	Siliconas. Obtención, condensación y aplicaciones.	it	2	355	26	meto	proc	desa
1952	D Plásticos	Ácidos sulfónicos como catalizadores de plimerización	it	2	351	26	anal	prod	desa
1952	D Plásticos	Siliconas para la hidrofobación de aislantes y de textiles	it	2	351	6	mej-	prod	desa
1952	D Plásticos	Esencia de trementina. Método de fabricación	it	2	351	6	meto	proc	desa
1952	D Plásticos	Desendurecimiento de aguas por resinas cambiadoras de ion (fabricación semi industrial)	it	2	351	6	B	proc	desa
1952	D Plásticos	Poliésteres no saturados. Obtención de resinas para aislantes	it	2	351	26	B	prod	desa
1953	D Plásticos	Poliésteres no saturados derivados del ácido itacónico	it	2	355	26	B	prod	desa
1953	D Plásticos	Siliconas. Comportamiento de aisladores	it	2	355	26	B	prod	desa
1953	D Plásticos	Catalizadores nuevos de polimerización vinílica	it	2	355	6	B	prod	desa
1953	D Plásticos	Esencia de trementina. Aprovechamiento y aplicaciones	it	2	351	6	mej<	prod	desa
1950	D Silicatos	Materias primas nacionales para la aplicación a la industria cerámica	cen	2	36	27	mej-	prod	desa
1950	D Silicatos	Cerámica de estalita. Ensayos eléctricos y mecánicos	it	2	36	27	anal	proc	apli
1950	D Silicatos	Bentonitas españolas (acelerador de procesos de absorción). Aplicaciones industriales	it	2	36	27	meto	proc	desa
1950	D Silicatos	Bentonitas españolas (decolorantes de aceites lubricantes). Aplicaciones industriales	it	2	351	8	mej-	prod	desa
1951	D Silicatos	Porcelanas, influencia del talco sobre sus propiedades mecánicas y térmicas	it	2	36	27	mej-	proc	desa
1951	D Silicatos	Sílice, variaciones alotrópicas y aplicaciones a la industria de ladrillos síliceos	it	2	36	27	mej-	proc	desa
1951	D Silicatos	Bentonitas españolas y materiales arcillosos. Aplicaciones industriales	it	2	36	27	mej-	proc	desa
1951	D Silicatos	Vidrio para electrodos de vidrio. Composición	it	2	36	27	mej-	proc	desa
1952	D Silicatos	Bentonitas españolas y materiales arcillosos (sepiolitas madrileñas). Aplicaciones industriales	it	2	36	27	anal	pct	desa
1952	D Silicatos	Vidrio para electrodos de vidrio. Composición	it	2	36	27	mej-	prod	desa
1952	D Silicatos	Sílice, variaciones alotrópicas y aplicaciones a la industria de ladrillos síliceos	it	2	36	27	mej-	proc	desa
1952	D Silicatos	Vidrios de tierras raras. Obtención y propiedades	it	2	36	27	B	proc	desa
1952	D Silicatos	Esmaltes de bajo punto de fusión sin plomo.	it	2	36	6	B	prod	desa
1953	D Silicatos	Catalizadores de contacto. Preparación	it	2	351	27	anal	prod	desa
1953	D Silicatos	Catalizadores. Iones de hidrógeno de las arcillas disolventes	it	2	351	27	anal	prod	desa
1953	D Silicatos	Alunitas del pico del Teide	cen	2	36	27	anal	prod	desa
1953	D Silicatos	Bentonita, modificación superficial	it	2	351	27	anal	proc	desa
1953	D Silicatos	Arcillas. Análisis de plasticidad	cen	2	36	27	anal	pct	desa
1953	D Silicatos	Caolín y bentonita. Propiedades de la mezcla	it	2	36	27	mej-	prod	desa
1953	D Silicatos	Caolín, variación de la capacidad de cambio y de la imbibición	it	2	36	27	mej-	prod	desa
1953	D Silicatos	Sepiolitas españolas	cen	2	36	27	mej-	prod	desa
1953	D Silicatos	Tinción artificial de piedras preciosas	it	2	36	27	mej-	proc	desa
1953	D Silicatos	Porcelanas especiales de circón. Mejoras en pastas y esmaltes	it	2	36	27	mej-	prod	desa
1953	D Silicatos	Tierras de moldeo españolas. Estudio mineralógico y técnico	cen	2	36	27	mej-	pct	desa
1953	D Silicatos	Sílice, variaciones alotrópicas y aplicaciones a la industria de ladrillos síliceos	it	2	36	27	mej-	proc	desa
1953	DII Piritas	Pirritas españolas no nobles parte metálica (hierro, cobre, zinc, plomo, plata). Aprovechamiento	it	2	351	6	B	proc	desa
1953	DII Piritas	Pirritas españolas no nobles parte volátil (azufre, arsénico y selenio). Aprovechamiento	it	2	351	6	B	proc	desa
1950	DQ Vegetal	Zumo de tomate. Inactivación de las enzimas (temperatura, tiempo de calefacción y pH)	cen	2	31	24	meto	proc	desa
1950	DQ Vegetal	Insecticida a partir de esencia de naranja	cen	2r	351	6	resi-	proc	desa
1950	DQ Vegetal	Residuos de los jugos de agrios (resinas, ácido cítrico, vitamina C). Aprovechamiento industrial	cen	2r	351	6	resi-	proc	desa
1950	DQ Vegetal	Pectina a partir de cortezas de agrios. Métodos de obtención	cen	2r	351	6	resi-	proc	desa
1950	DQ Vegetal	Residuos del arroz (paja, cáscaras, aceite de germen). Aprovechamiento industrial	cen	2r	351	6	resi-	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Levaduras en los prehidrolizados de paja de arroz. Acclimatación	it	2r	31	24	mej<	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Aceites de germen y salvado de arroz. Estabilización e isaponificación	it	2r	31	24	mej<	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Zumo de naranja y de limón. Absorción por intercambio iónico de los componentes	cen	2	31	24	mej<	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Vitamina E a partir de germen de arroz. Concentrados	it	2	31	24	mej<	proc	desa

1951	DQ Vegetal	Esencias de naranja. Fraccionación	it	2	351	24	mejf<	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Esencias de variedades de naranjas españolas. Constantes	it	2	351	6	anal	proc	apli
1951	DQ Vegetal	Albedo de las naranjas durante la maduración. Composición química	cen	2	1	24	estu	proc	apli
1951	DQ Vegetal	Germen de arroz. Obtención de aceite	it	2	31	24	mejf<	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Esencia de los agrios. Productos de la cloración	it	2r	351	6	mejf<	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Aceite de semillas de agrios. Estudio	cen	2r	31	24	mejpc	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Acido ascórbico de los zumos de agrios. Recuperación y fijación	it	2r	31	24	mejf<	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Pectinas de cítricos españoles	cen	2r	351	6	mejf<	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Salvado de arroz. Obtención de aceite	it	2r	31	24	resi<	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Agrios. Levadura pienso de líquidos residuales de la industria de agrios	it	2r	31	24	resi<	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Hidrolizados de cascarilla de arroz	it	2r	31	24	resi<	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Xilosa a partir de cascarilla de arroz por fermentación y desmineralización	it	2r	351	24	resi<	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Celulosa a partir de prehidrólisis de paja de arroz	it	2r	34	28	resi<	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Melazas obtenidas como subproducto de la industria de la toronja y cítricos. Preparación	it	2r	31	24	resi<	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Pienso a partir de subproductos agrarios	it	1	31	24	resi<	proc	desa
1951	DQ Vegetal	Levaduras alimenticias a partir de prehidrolizados de paja y cáscaras. Condiciones de fabricación	it	2r	31	24	resi<	proc	desa
1952	DQ Vegetal	Garrofa, aplicaciones industriales	it	2r	351	6	resi<	proc	desa
1952	DQ Vegetal	Productos vegetales para fermentaciones. Aprovechamiento	it	2r	351	6	resi<	prod	desa
1952	DQ Vegetal	Agrios. Aprovechamiento para piensos, insecticidas y esencias	it	2r	351	6	resi-	prod	desa
1952	DQ Vegetal	Arroz. Aprovechamiento integral del arroz y todos sus residuos	it	2r	31	24	resi-	prod	desa
1952	DQ Vegetal	Morfina a partir de adormidera	it	2	351	6	util	prod	desa
1953	DQ Vegetal	Ceras del germen y del salvado del arroz	it	2r	351	6	resi<	prod	desa
1953	DQ Vegetal	Glucósidos de las cáscaras de naranjas. Aprovechamiento	it	2r	351	6	resi<	prod	desa
1953	DQ Vegetal	Aceite de arroz. Estudio de la harina residual final de la extracción	it	2r	351	6	resi<	prod	desa
1953	DQ Vegetal	Pienso preparados a partir de cítricos. Digestibilidad	cen	2r	31	24	resi<	prod	desa
1953	DQ Vegetal	Pienso enriquecidos en hidrógeno por medio de amoníaco	it	2	31	24	mejpc	proc	desa
1953	DQ Vegetal	Aceite de germen y salvado de arroz. Estudio sobre insaponificables	it	2r	351	6	resi<	prod	desa
1953	DQ Vegetal	Insecticidas de los productos de cloración de la fracción terpin de la esencia de naranja	cen	2	351	6	resi<	prod	desa
1953	DQ Vegetal	Residuos lignocelulósicos de la paja de arroz. Aprovechamiento	cen	2r	351	6	resi-	prod	desa
1953	DQ Vegetal	Residuos del arroz, para levaduras alimenticias	cen	2r	31	24	resi<	prod	desa
1953	DQ Vegetal	Horchata, alteraciones enzimáticas y estabilización	cen	2	31	24	mejpc	proc	desa
1953	DQ Vegetal	Aceite de arroz mediante resinas de cambio iónico. Desacidificación	it	2r	31	24	mejpc	proc	desa
1953	DQ Vegetal	Garrofa, aplicaciones industriales	it	2r	351	6	resi<	proc	desa
1953	DQ Vegetal	Alcaloides por resinas de cambio iónico. Obtención	it	2	351	6	B	prod	desa
1953	DQ Vegetal	Aceite del salvado de arroz. Estudio de la extracción con disolventes	it	2r	31	24	resi<	proc	desa
1948	I Forestal	P. Pinaster. Experiencias de producción madereras en Cercedilla (Madrid) y Toriño (Pontevedra)	ca	1	1	28	B	proc	desa
1948	I Forestal	Resinas. Experiencias de producción resinera en Pontevedra, Orense y Segovia	ca	1	1	26	B	proc	desa
1948	I Forestal	Celulosas a partir de materias primas nacionales. Aplicaciones e instalaciones semi-industriales	it	2r	34	28	mejpc	prod	desa
1948	I Forestal	Desecación artificial de madera. Ensayos	it	2	33	28	mejf-	proc	desa
1948	I Forestal	Colofonias transformadas en barnices, esmaltes y pinturas	it	2	351	6	mejpc	proc	desa
1948	I Forestal	Antisépticos para la conservación de maderas (postes y traviesas)	cen	2	33	29	mejpc	proc	desa
1948	I Forestal	Aislantes eléctricos y maderas de aviación. Estudios de las características de maderas peninsulares	cen	2	33	29	mejpc	prod	desa
1948	I Forestal	Hongos destructores de maderas peninsulares y africanas. Estudio	ca	1	1	29	estu	pct	apli
1949	I Forestal	Resinas naturales de Pontevedra, Segovia y Avila. Análisis	ca	1	1	6	anal	proc	apli
1949	I Forestal	Hongos. Resistencia micótica de maderas de Guinea	cen	1	1	29	anal	pct	apli
1949	I Forestal	Eucaliptus y pinos. Productividad de las plantaciones	ca	1	1	25	B	pct	desa
1949	I Forestal	Resinas naturales (Pontevedra, Segovia y Avila). Ensayos de producción	ca	1	1	6	B	prod	desa
1949	I Forestal	Esparto. Aplicación textil como sustituto del yute	it	2r	32	25	mejpc	prod	desa

1950	I Forestal	Agua de mar en empresas papeleras de Levante. Utilización	it	6	34	28	info	proc	apli
1950	I Forestal	Sistema IFIE de resinación de caras múltiples. Modificación del sistema de resinación Hugues	ca	1	351	6	B	proc	desa
1950	I Forestal	Alcornocales. Cruzamiento por polinización artificial (semillas para repoblación)	ca	1	1	29	B	prod	apli
1950	I Forestal	Alcornocales. Análisis de calidad y producción	ca	1	33	29	anal	proc	apli
1950	I Forestal	P. Insignis. Experiencias de campo (tablas de cubicación)	ca	1	1	28	info	proc	desa
1950	I Forestal	Separadores de baterías. Estudio de maderas (peninsulares y coloniales)	it	2	383	29	anal	prod	desa
1950	I Forestal	Acacia de Australia. Análisis	ca	1	1	29	anal	proc	apli
1950	I Forestal	Tablas de cálculo de rendimientos de la madera rollo en piezas aserradas	ca	1	33	29	acom	pct	desa
1950	I Forestal	Eucaliptus. Experiencias de campo	ca	1	1	28	info	proc	desa
1950	I Forestal	Clave universal para diferenciación comercial de maderas de frondosas	ca	1	33	1	acom	pct	desa
1950	I Forestal	Esparto y albardín. Estudio de caracteres histológicos para su aplicación en papeles	it	2r	34	28	anal	proc	desa
1950	I Forestal	Traviesas. Maderas tropicales aptas para el abastecimiento	ca	4	1	29	info	prod	desa
1950	I Forestal	Resinas. Estudio de producción del pino gallego en su ecosistema y aprovechando la madera	ca	1	1	1	B	proc	desa
1950	I Forestal	Esparto. Acondicionamiento para ser usado como fibra textil	it	2r	32	25	mej- p-	proc	desa
1950	I Forestal	Celulosa de esparto a la sosa. Estudio de la fabricación	it	2r	34	28	info	proc	desa
1950	I Forestal	Desecación artificial de maderas a altas temperaturas y por vapores orgánicos	cen	2	33	29	meto	proc	desa
1950	I Forestal	Antisépticos. Determinación del valor eficaz en la conservación de la madera	it	2	351	6	B	prod	desa
1950	I Forestal	Residuos de la resina. Aprovechamiento	ca	2r	351	6	resi- p-	proc	desa
1950	I Forestal	Resinas. Estimulantes químicos para la mejora de la producción	cen	1	351	6	meto	proc	desa
1951	I Forestal	Aceite secante para barnices. Estudio de una adulteración	it	12	351	6	info	prod	desa
1951	I Forestal	Separadores de acumuladores. Maderas útiles	it	2	383	29	anal	prod	desa
1951	I Forestal	Celulosa. Características celulósicas del Pinus Strobus plantado en Guipuzcoa y Vizcaya	it	2	34	28	anal	proc	desa
1951	I Forestal	Pulverizador a presión para plagas. Estudio y construcción	it	1	1	19	mej- p-	prod	desa
1951	I Forestal	Cajas de cerillas. Estudio de madera apropiada para fabricación (sustitución de álamo por abé)	it	2	33	29	mej- p-	prod	desa
1951	I Forestal	Pino canario. Características físico-mecánicas de la madera	cen	1	1	1	info	pct	desa
1951	I Forestal	Alcanfor. Síntesis comparadas	it	2	351	6	anal	proc	desa
1951	I Forestal	Mieras. Determinación de impurezas y rendimiento industrial de las fábricas españolas	it	2	351	6	mej- p-	proc	desa
1951	I Forestal	Bañado de las caras (el corte no produce resina). Estudio del fenómeno	ca	1	1	1	mej- p-	proc	desa
1951	I Forestal	Clasificación de maderas coloniales francesas	ca	2	1	1	info	pct	desa
1951	I Forestal	Eucaliptus glóbulos. Tablas de producción en Cantabria y en Huelva para proyecto de ordenación	ca	1	1	1	manu	proc	desa
1951	I Forestal	Antisépticos oleaginosos. Estudio	it	2	33	29	info	pct	apli
1951	I Forestal	Resina. Informe sobre la conveniencia de suspender el aprovechamiento resinero en Cazorla	ca	1	1	1	info	pct	desa
1951	I Forestal	Desecación de madera a altas temperaturas	it	2	33	29	mej- p-	proc	desa
1951	I Forestal	P. Insignis. Posible agotamiento del suelo y descenso de productividad en la segunda generación	ca	1	1	1	anal	proc	desa
1951	I Forestal	Maderas españolas, características físicas.	cen	1	33	1	anal	pct	desa
1951	I Forestal	Celulosa. Características celulósicas de la acacia negra de Australia plantada en Galicia	it	2	34	28	anal	proc	desa
1951	I Forestal	Aceites de resina. Constitución y derivados	cen	2r	351	6	anal	proc	desa
1951	I Forestal	Madera de chopo atacada por cerambicido	ca	1	1	1	info	pct	desa
1951	I Forestal	Clave de diferenciación de maderas frondosas (130 casos)	ca	1	33	1	acom	pct	desa
1951	I Forestal	Eucaliptus glóbulos. Productividad por hectárea de la segunda generación	ca	1	1	1	anal	proc	desa
1951	I Forestal	Desecación de madera por rayos infrarrojos	it	2	33	29	mej- p-	proc	desa
1951	I Forestal	Residuos de plataneras canarias. Posibilidad industrial de la fabricación de papel	it	2r	34	28	resi- p-	prod	desa
1951	I Forestal	Activadores químicos de la vegetación (50.000 plantas). Pruebas	ca	1	1	6	mej- p-	prod	desa
1952	I Forestal	Resinas. Estimulación de la resinación con ácido sulfúrico	it	1	1	6	anal	proc	desa
1952	I Forestal	Exaclorociclohexano en colas de pegado de tableros para evitar el ataque del Lyctus. Ensayos	it	2	351	6	B	proc	desa
1952	I Forestal	Mieras. Estudio de calidades de las españolas	cen	2	351	6	cont	pct	desa
1952	I Forestal	Celulosa. Estudio del crecimiento y tratamiento selvícola de árboles adecuados	it	1	1	28	estu	pct	apli
1952	I Forestal	Chancro americano. Peligro de propagación en el castaño	cen	1	8324	1	estu	pct	apli

1952	I Forestal	Marchitez del roble. Estudio de la posible enfermedad en España	cen	1	1	1	estu	pct	apli
1952	I Forestal	Residuos de plataneras canarias. Papel a partir de plataneras (estudio de laboratorio)	it	2r	34	28	resi-	prod	desa
1952	I Forestal	Estimulantes ácidos. Influencia de la resinación	it	1	1	6	meto	proc	desa
1952	I Forestal	Lejiación de la sosa de madera de Eucalyptus glóbulus	it	2	34	28	meto	proc	desa
1952	I Forestal	Resinas. Estimulación de la resinación con el capillo Mazek M-1	it	1	1	6	anal	proc	divu
1952	I Forestal	Celulosa de paja industrialmente aceptable utilizando como combustible el orujo	it	2r	34	28	resi-	prod	desa
1952	I Forestal	Lejiación de agotados de castaño a la sosa	it	2r	351	6	resi-	proc	desa
1952	I Forestal	Antisépticos nacionales para conservación de la madera en sustitución de antisépticos oleaginosos.	it	2	351	6	B	prod	desa
1953	I Forestal	Estimulación con ácido para mieras. Experiencias de producción, rendimientos y mejoras de sistemas	cen	2	351	26	mejf-	proc	desa
1953	I Forestal	Embalajes de madera (estudio de diseños y de las maderas apropiadas)	it	2	33	26	mej-p-	prod	desa
1948	I Soldadura	Aceros. Determinación de la temperatura de transición en aceros españoles y extranjeros	it	2	371	15	anal	proc	apli
1949	I Soldadura	Temperatura de transición de algunos aceros españoles	it	2	371	15	anal	proc	apli
1949	I Soldadura	Soldabilidad de varios aceros españoles por medio de curvas "S"	it	2	371	15	anal	proc	desa
1950	I Soldadura	Temperatura de transición de algunos aceros españoles	it	2	371	15	anal	proc	apli
1950	I Soldadura	Soldabilidad de varios aceros españoles con intervención de las curvas S	it	2	371	15	anal	proc	desa
1950	I Soldadura	Soldadura oxiacetilénica (Keel). Estudio de la aplicación del nuevo método	it	2	371	15	meto	proc	desa
1951	I Soldadura	Recubrimientos de electrodos en las soldaduras al arco. Estudio de su influencia	it	2	351	15	mejf-	proc	desa
1951	I Soldadura	Soldaduras de chapas de cobre con diferentes fundentes	it	2	371	15	anal	proc	desa
1951	I Soldadura	Soldabilidad de aceros	it	2	371	3	mejf<	proc	desa
1951	I Soldadura	Tensiones residuales en la corrosión, en la soldadura de metales y aleaciones ligeras	it	2	371	15	mejf-	proc	desa
1951	I Soldadura	Soldabilidad de los aceros inoxidables austeníticos 18/8	it	2	371	15	estu	proc	apli
1951	I Soldadura	Material de base por efecto de la soldadura. Estudio de su modificación	it	2	371	15	mejf-	proc	desa
1951	I Soldadura	Soldabilidad del cobre	it	2	371	15	estu	proc	apli
1951	I Soldadura	Toxicidad de la soldadura por arco	it	12	371	15	info	pct	desa
1952	I Soldadura	Electrodos de contacto y de aluminio. Ensayo	it	2	371	3	mejf-	proc	desa
1952	I Soldadura	Soldabilidad de aceros inoxidables 18/8	it	2	371	3	mejf<	proc	desa
1952	I Soldadura	Plaquetas de metal duro pegadas a herramientas de perforación. Ensayo	it	2	2	15	mej-p<	proc	desa
1952	I Soldadura	Depósitos de metal en soldadura eléctrica. Efectos del hidrógeno y el silicio	it	2	371	3	anal	proc	desa
1952	I Soldadura	Soldaduras en placas de polivinilo	it	2	8324	15	anal	proc	desa
1952	I Soldadura	Fundentes para soldadura con cobre. Ensayo	it	2	383	3	anal	proc	desa
1952	I Soldadura	Nitrógeno en la soldadura del metal depositado. Estudio de influencia	it	2	8324	15	mejf-	proc	desa
1952	I Soldadura	Determinación de probeta en cuña para estudios de soldabilidad	it	14	8324	15	mejf<	pct	desa
1952	I Soldadura	Soldabilidad de acero de autotemple	it	2	371	3	mejf<	proc	desa
1952	I Soldadura	Aceros. Análisis químicos	it	2	8324	15	anal	proc	desa
1952	I Soldadura	Depósitos de metal en soldaduras de arco. Efectos de desoxidación y del contenido de nitrógeno	it	2	383	15	mejf-	proc	desa
1953	I Soldadura	Soldabilidad de diferentes tipos de plásticos	it	2	355	26	mejf<	proc	desa
1953	I Soldadura	Soldadura con electrodos austeníticos de aceros aleados. Estudio	it	2	371	15	mejf<	proc	desa
1953	I Soldadura	Tubos de radar tipo metal-vidrio. Estudio de construcción	it	2	72	4	B	proc	desa
1947	IE Grasa	Extracción continua de aceite	it	2	31	19	B	prod	desa
1947	IE Grasa	Desacidificación de aceites de oliva y orujo por disolventes	it	2	31	24	mejf-	proc	desa
1947	IE Grasa	Conservación de aceituna. Estudio químico	it	2	31	24	estu	proc	desa
1947	IE Grasa	Conservación de aceitunas. Estudio microbiológico	it	2	31	24	estu	proc	apli
1947	IE Grasa	Fermentación de orujos	it	2r	31	24	estu	proc	apli
1947	IE Grasa	Aceites lubricantes de relojería a partir de "pie de buey"	it	2	351	6	mej-p-	prod	desa
1947	IE Grasa	Enranciamiento de aceites de oliva	it	2	31	24	estu	proc	desa
1947	IE Grasa	Micoflora de la aceituna durante el entrojado	cen	2	31	24	mej-p-	proc	apli
1948	IE Grasa	Decoloración de aceite	cen	2	31	24	mej-p-	proc	apli
1948	IE Grasa	Sulfonación de grasas	cen	2	31	24	mejf-	proc	apli



1948	IE Grasa	Aderezo de aceitunas	cen	2	31	24	mej-	proc	desa
1948	IE Grasa	Extracción continua de aceite de oliva	it	2	31	19	B	proc	desa
1949	IE Grasa	Enranciamiento	it	2	31	24	anal	proc	apli
1949	IE Grasa	Extracción continua de aceite de oliva sin empleo de capachos	it	2	31	19	B	prod	desa
1949	IE Grasa	Tierras decolorantes	it	2	31	27	mej-	prod	desa
1949	IE Grasa	Detergentes y sulfonación	it	2	351	6	estu	proc	apli
1949	IE Grasa	Aderezo de aceitunas verdes	cen	2	31	24	mej-	proc	desa
1950	IE Grasa	Aceites secantes obtenidos por oxidación y deshidratación (orujo y pepita de uva)	it	2r	351	6	info	proc	apli
1950	IE Grasa	Enranciamiento de aceites de oliva	it	2	31	24	mej-	proc	desa
1950	IE Grasa	Tierras decolorantes para refino de aceites a partir de tierras nacionales	it	2	31	27	mej-	prod	desa
1950	IE Grasa	Detergentes y sulfonación (preparación de aceites de oliva y orujo para su uso como detergentes)	it	2r	351	6	mej-	proc	desa
1950	IE Grasa	Aderezo de aceitunas verdes	cen	2	31	24	mej-	proc	desa
1950	IE Grasa	Acidos grasos, triglicéridos, monoésteres, etc. en diversos aceites.	it	2	351	6	anal	proc	apli
1950	IE Grasa	Aceite de orujo de aceitunas. Estudio analítico	cen	2r	351	6	anal	proc	desa
1950	IE Grasa	Hidrogenación de aceites ácidos	it	2	351	6	anal	proc	apli
1950	IE Grasa	Aceites extraídos con sulfuro de carbono y procesos de transesterificación. Desulfuración	it	2	351	24	mej-	proc	desa
1950	IE Grasa	Aduetos cristalinicos de urea. Aplicación al fraccionamiento de sus grasas	it	2	351	6	anal	proc	basi
1950	IE Grasa	Fermentación de las aceitunas. Estudio microbiológico	cen	2	31	24	anal	proc	desa
1951	IE Grasa	Hidrogenación de aceites de orujo	it	2	351	24	mej-	proc	desa
1951	IE Grasa	Aderezo de aceitunas	it	2	31	24	mej-	proc	desa
1951	IE Grasa	Aduetos de urea en la transesterificación de aceite de cachalote. Técnicas analíticas	it	2	8324	6	mej-	proc	desa
1951	IE Grasa	Tierras españolas decolorantes útiles para refinación. Ensayos semiindustriales	it	2	351	2	mej-	prod	desa
1951	IE Grasa	Enranciamiento de aceites	it	2	31	24	mej-	proc	desa
1951	IE Grasa	Hidroxilación y deshidratación de aceites de algodón, orujo, pepita de uva, merluza y trioleína	it	2r	351	6	resi-	proc	desa
1951	IE Grasa	Transesterificación de grasas naturales e hidrogenadas españolas	it	2	351	6	resi-	proc	desa
1951	IE Grasa	Detergentes y sulfonación de aceites de orujo	it	2r	351	6	resi-	prod	desa
1951	IE Grasa	Deshuesadora de aceitunas. Construcción	it	2	31	19	B	prod	desa
1951	IE Grasa	Extracción continua de aceite de oliva sin utilizar capachos	it	2	31	19	B	prod	desa
1952	IE Grasa	Enranciamiento de aceites	it	2	31	24	mej-	proc	desa
1952	IE Grasa	Aceites de oliva y orujo. Refino	it	2	31	24	mej-	proc	desa
1952	IE Grasa	Grasa para botadura de barcos (sustitución de productos importados)	it	2	351	24	mej-	prod	desa
1952	IE Grasa	Hidrogenación de aceites brutos para eliminar venenos	it	2	31	24	cont	proc	desa
1952	IE Grasa	Aceites brutos y refinados. Estudio de la oxidación	it	2	31	24	cont	proc	desa
1952	IE Grasa	Aduetos de urea (I)	it	2	351	6	B	proc	apli
1952	IE Grasa	Aduetos de urea (II)	it	14	351	6	B	proc	apli
1952	IE Grasa	Tierras decolorantes	it	2	31	27	mej-	prod	desa
1952	IE Grasa	Detergente y sulfonación a escala industrial a partir de aceites de orujo	it	2r	351	6	resi-	proc	desa
1952	IE Grasa	Alcoholes a partir de aceites de orujo. Preparación	it	2r	351	6	resi-	proc	desa
1952	IE Grasa	Aderezo de aceitunas	cen	2	31	24	mej-	proc	desa
1953	IE Grasa	Aceite de orujo de aceitunas. Estudio analítico	cen	2r	351	6	anal	proc	desa
1953	IE Grasa	Insaponificables y su aplicación a la caracterización de grasas y sus mezclas. Estudio analítico	it	2	8324	6	anal	proc	desa
1953	IE Grasa	Unificación de métodos de análisis	it	12	8324	34	acom	pct	desa
1953	IE Grasa	Enranciamiento. Utilización de antioxidantes	it	2	31	24	mej-	proc	desa
1953	IE Grasa	Detergentes y sulfonación. Utilización de aceites de orujo, cacahuate y fracciones de petróleo	it	2r	351	6	mej-	proc	desa
1953	IE Grasa	Tierras decolorantes y refinación de aceites	it	2	31	27	mej-	prod	desa
1953	IE Grasa	Hidrogenación de aceites. Mejoras en el proceso	it	2	31	24	mej-	proc	desa
1953	IE Grasa	Aderezo de aceitunas. Mejoras de conservación y fermentación	it	2	31	24	mej-	proc	desa
1953	IE Grasa	Aceituna de molino. Conservación en diferentes estados hasta su utilización	it	2	31	24	B	proc	desa

1953	IE Grasa	Azúcares de alpechines por precipitación con cal. Obtención	it	2r	351	6	mej<	proc	desa
1953	IE Grasa	Aceites secantes a partir de aceites naturales (algodón, pepita de uva y orujo)	it	2r	351	6	resi-	prod	desa
1953	IE Grasa	Aductos de urea.	it	2	8324	6	B	proc	desa
1947	IH Acero	Minerales pobres no aptos para alto horno (procedimientos para su utilización)	it	2r	371	15	info	proc	divu
1947	IH Acero	Refractarios	it	2	371	15	info	proc	divu
1947	IH Acero	Fundición de alta calidad	it	2	371	15	B	proc	apli
1947	IH Acero	Minerales españoles	it	2b	2	2	info	proc	apli
1947	IH Acero	Ferroaleaciones	it	2	371	15	info	proc	divu
1947	IH Acero	Fundición. Ensayos mecánicos de la fundición.	it	2	371	15	anal	proc	desa
1947	IH Acero	Normas para el fundidor	it	12	371	15	acom	pct	divu
1947	IH Acero	Tipificación de perfiles en laminación	it	12	371	15	acom	pct	desa
1947	IH Acero	Normas para el fundidor	it	12	371	15	acom	pct	divu
1947	IH Acero	Horno eléctrico. Posibilidades de la obtención del acero por reducción directa del mineral	it	2	371	15	mejo	proc	apli
1947	IH Acero	Tierras de molde y sus aglomerantes (bentonitas y otros)	it	2b	371	27	info	pct	apli
1947	IH Acero	Estudio de necesidades de la industria transformadora	it	12	371	15	info	pct	apli
1947	IH Acero	Procedimiento Wiberg, beneficio de minerales ricos, con reducido consumo de cok y energía eléctrica	it	2	371	15	info	proc	divu
1947	IH Acero	Aceros especiales indicados en España en función de los recursos minerales	it	12	371	15	info	pct	apli
1947	IH Acero	Instalaciones de laminación, racionalización, futuras necesidades.	it	2	371	15	info	pct	apli
1947	IH Acero	Marcha ácida de hornos altos	it	2	371	15	B	proc	apli
1947	IH Acero	Instalaciones de forja, racionalización, necesidades futuras	it	2	371	15	info	pct	apli
1947	IH Acero	Horno eléctrico de cuba baja. Estudio de posibilidades	it	2	371	15	B	proc	apli
1947	IH Acero	Instalaciones de acerías, racionalización y ordenación de la producción	it	2	371	15	info	proc	apli
1947	IH Acero	Desulfuración con sosa	it	2	351	6	mejf-	proc	apli
1947	IH Acero	Cilindros de laminación. Fabricación	it	2	371	15	mej-	proc	apli
1947	IH Acero	Hierro. Disponibilidades actuales de hierro (cok, mineral, hornos, racionalización de la producción)	it	2	2	15	info	pct	apli
1947	IH Acero	Hornos de cok y altos. Capacidad y características para futuras necesidades	it	2	371	15	info	pct	apli
1947	IH Acero	Tipificación de aceros (categorías y calidades)	it	12	371	15	acom	pct	divu
1947	IH Acero	Cuerpos huecos. Fabricación	it	2	371	15	mej-	proc	apli
1947	IH Acero	Hojalata y chapa fina. Posibilidades en España del proceso americano de fabricación	it	2	371	15	mejf-	proc	apli
1947	IH Acero	Fundición resistente a la corrosión	it	2	371	15	mejf-	proc	apli
1947	IH Acero	Sinterización y preparación de minerales	it	2	2	15	mejf-	proc	apli
1947	IH Acero	Soldadura de la fundición	it	2	371	15	mejf-	proc	apli
1948	IH Acero	Esponja de hierro tipo Höganäs y Wiberg. Obtención	it	2	371	15	mej-	proc	desa
1948	IH Acero	Unificación de métodos de análisis de minerales y metales	it	12	371	15	acom	pct	divu
1948	IH Acero	Estudio y reconocimiento del criadero de mineral de hierro de Vizcaya-Santander	it	2b	2	2	anal	pct	apli
1948	IH Acero	Sinterización de minerales. Anteproyecto de planta piloto	it	2	2	15	info	pct	desa
1948	IH Acero	Horno eléctrico de cuba baja (experimentación sobre la reducción de mineral en horno eléctrico)	it	2	371	15	mejf-	proc	desa
1948	IH Acero	Hierro. Estudio de los minerales españoles de hierro	it	2b	2	2	anal	proc	apli
1949	IH Acero	Estudio y reconocimiento del criadero de mineral de hierro de Asturias-Galicia-León	it	2b	2	2	anal	pct	apli
1949	IH Acero	Estudio y reconocimiento del criadero de mineral de hierro de Vizcaya-Santander	it	2b	2	2	anal	pct	apli
1949	IH Acero	Tipificación de perfiles (tabla)	it	12	371	15	acom	pct	desa
1949	IH Acero	Sinterización de minerales	it	2	2	15	mejf-	proc	desa
1949	IH Acero	Horno eléctrico de cuba baja	it	2	371	15	mejf-	proc	desa
1950	IH Acero	Metalurgia rápida. Proceso	it	2	371	15	mejf-	proc	desa
1950	IH Acero	Sinterización de minerales	it	2	2	15	mejf-	proc	desa
1950	IH Acero	Laminación. Estudio de problemas	it	2	371	15	mejf-	proc	desa
1950	IH Acero	Estudio y reconocimiento del criadero de mineral de hierro Asturias-Galicia-León	it	2b	2	2	anal	pct	apli
1950	IH Acero	Estudio y reconocimiento del criadero de mineral de hierro Vizcaya-Santander	it	2b	2	2	anal	pct	apli

1950	IH Acero	Tierras de moldeo españolas	it	2b	371	27	meip-	pct	desa
1950	IH Acero	Grietas en lingotes y piezas de forja. Estudio de causas	it	2	371	15	acom	proc	desa
1950	IH Acero	Espanja de hierro Höganäs y Wiberg	it	2	371	15	B	proc	desa
1950	IH Acero	Fundiciones especiales	it	2	371	15	info	proc	desa
1950	IH Acero	Proceso de fusión (funcionamiento de cubiletes). Estudio	it	2	371	15	info	proc	desa
1951	IH Acero	Sinterización de minerales (carbones y pirritas)	it	2	2	15	mejf-	proc	desa
1951	IH Acero	Forja. Estudio del origen de imperfecciones en lingotes y piezas de forja (manchas brillantes)	it	2	371	15	mejf-	proc	desa
1951	IH Acero	Fundición. Ensayos mecánicos de la fundición	it	2	371	15	anal	proc	desa
1951	IH Acero	Tierras de moldeo españolas. Características tecnológicas	it	2b	371	27	anal	pct	apli
1951	IH Acero	Estudio y reconocimiento del criadero de mineral de hierro Vizcaya-Santander	it	2b	2	2	anal	pct	apli
1951	IH Acero	Estudio y reconocimiento del criadero de mineral de hierro Asturias-Galicia-León	it	2b	2	2	anal	pct	apli
1951	IH Acero	Tabla de tipificación de aceros comunes	it	12	371	15	acom	pct	divu
1951	IH Acero	Tabla de tipificación de perfiles	it	12	371	15	acom	pct	divu
1951	IH Acero	Unificación de métodos de análisis químicos y físico-químicos	it	12	371	15	acom	pct	divu
1952	IH Acero	Estudio y reconocimiento del criadero de mineral de hierro de Asturias-Galicia-León	it	2b	2	2	anal	pct	apli
1952	IH Acero	Grietas en piezas de forja. Estudio de causas	it	2	371	15	mejf-	proc	desa
1952	IH Acero	Sinterización de minerales	it	2	2	15	mejf-	proc	desa
1952	IH Acero	Estudio y reconocimiento del criadero de mineral de hierro de Vizcaya-Santander	it	2b	2	2	anal	pct	apli
1952	IH Acero	Unificación de métodos de análisis físico-químicos de aceros	it	12	371	15	manu	pct	divu
1952	IH Acero	Instrumentos y preparación de muestras para ensayos metalográficos de aceros	it	12	371	15	manu	pct	divu
1952	IH Acero	Tabla de tipificación de aceros	it	12	371	15	manu	pct	divu
1952	IH Acero	Unificación de métodos de análisis químicos de aceros	it	12	371	15	manu	pct	divu
1952	IH Acero	Fundición. Situación actual de los estudios realizados en España sobre ensayos de fundición	it	14	8324	15	info	pct	divu
1952	IH Acero	Tierras de moldeo en España. Características	it	2b	371	27	info	pct	divu
1952	IH Acero	Instrucciones para ensayos de dureza y tracción de aceros	it	12	371	15	manu	pct	divu
1952	IH Acero	Tabla de tipificación de perfiles laminados en acero	it	12	371	15	manu	pct	divu
1953	IH Acero	Estudio y reconocimiento del criadero de mineral de hierro de Vizcaya-Santander	it	2b	2	2	anal	pct	apli
1953	IH Acero	Estudio y reconocimiento del criadero de mineral de hierro de Asturias-Galicia-León	it	2b	2	2	anal	pct	apli
1953	IH Acero	Tipificación de perfiles	it	12	371	15	acom	pct	desa
1953	IH Acero	Tipificación de aceros. Tablas	it	12	371	15	manu	pct	desa
1953	IH Acero	Sinterización de minerales	it	2	2	15	mejf-	proc	desa
1953	IH Acero	Fusión. Proceso de fusión	it	2	371	15	mejf<	proc	desa
1953	IH Acero	Aceros cuya composición pueda conseguirse en España	it	2	371	15	mejf<	prod	desa
1953	IH Acero	Fundición. Estudio de la viscosidad de la fundición	it	2	371	15	mejf<	pct	desa
1953	IH Acero	Tierras de moldeo.	it	2b	36	27	mejf<	prod	desa
1953	IH Acero	Forja. Lingotes y piezas de forja. Grietas	it	2	371	15	mejf-	proc	desa
1949	II Pesqueras	Especies pesqueras. Escasez de sardina, anchoa y caballa	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1949	II Pesqueras	Química del mar. Determinación de elementos en el agua	cen	1	1	1	estu	pct	apli
1949	II Pesqueras	Sardina en la zona de Castellón. Estudio	ca	1	1	1	info	pct	apli
1949	II Pesqueras	Conocimiento de la fauna y flora marina	cen	1	1	1	info	pct	apli
1950	II Pesqueras	Especies pesqueras de la zona de Castellón. Biometría	ca	1	1	1	anal	pct	apli
1950	II Pesqueras	Especies más interesantes económicamente. Biometría	ca	1	1	24	info	pct	apli
1950	II Pesqueras	Placton en la zona de Blanes	ca	1	1	1	anal	pct	apli
1950	II Pesqueras	Plataforma de puesta La Planasa (Blanes). Estudio	ca	1	1	1	info	pct	apli
1950	II Pesqueras	Redes y vedas para mantener la riqueza pesquera. Estudio	it	1	1	1	meto	pct	desa
1950	II Pesqueras	Sardina. Estudio de sus bancos (edad, movimientos y composición)	ca	1	31	24	info	pct	apli
1950	II Pesqueras	Sardina. Métodos de marcaje de sardina	ca	1	31	24	mejf-	proc	desa
1950	II Pesqueras	Sobrepesca de la merluza y la sardina. Estudio de efectos	ca	6	31	24	estu	pct	apli

1950	II Pesqueras	Placton de la zona de Castellón	ca	1	1	1	anal	pct	apli
1950	II Pesqueras	Grasas y desperdicios de especies comunes. Aprovechamiento	cen	2r	31	24	meto	proc	desa
1950	II Pesqueras	Placton de la zona de Vinaroz. Estudio biológico	ca	1	1	1	anal	pct	apli
1950	II Pesqueras	Especies de pescado de interés económico en la zona de Vinaroz. Biometria	ca	1	1	24	anal	pct	apli
1951	II Pesqueras	Caballas y mulleras. Estudio del ciclo sexual	ca	6	1	24	estu	pct	apli
1951	II Pesqueras	Parásitos de los berberechos. Estudio biológico	cen	1	1	24	estu	pct	apli
1951	II Pesqueras	Sardinas y elendone. Estudios de crecimiento	ca	1	1	24	estu	pct	apli
1951	II Pesqueras	Organismos xilófagos en el mar. Estudio	cen	5	8324	34	estu	pct	apli
1951	II Pesqueras	Atún. Anatomía microscópica del bote del atún	cen	1	1	24	estu	pct	apli
1951	II Pesqueras	Sobrepesca de la sardina, control de huevos, localización de bancos de adulto	ca	1	1	24	estu	pct	apli
1951	II Pesqueras	Merluza y la caballa (control pesquero). Estudio biológico	ca	6	1	24	estu	pct	apli
1951	II Pesqueras	Especies de pesca de la zona de Castellón. Estudio biológico	ca	1	1	24	estu	pct	apli
1951	II Pesqueras	Explosivos en la pesca de las poblaciones pelágicas. Efectos	cen	6	1	34	info	pct	apli
1951	II Pesqueras	Artes de pesca en relación a la fase sexual y edad del pescado (vedas)	it	6	1	24	estu	pct	apli
1951	II Pesqueras	Fitoplacton	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1951	II Pesqueras	Insulina de atún. Investigación bioquímica sobre su obtención	cen	2	1	6	estu	prod	desa
1951	II Pesqueras	Anzuelo con dispositivo mecánico para producir la muerte de delfines sin envenenamiento	it	1	1	23	B	prod	desa
1952	II Pesqueras	Bonito y otras especies (jurel, palometa) en la costa gallega. Desaparición de bancos	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1952	II Pesqueras	Especies pescadas en la zona de Vinaroz (edades, contenidos alimenticios). Estudio biológico	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1952	II Pesqueras	Sardina. Estudio de los desplazamientos estacionales de la sardina	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1952	II Pesqueras	Pesca en Cataluña. Estudio de su estado y evolución	ca	1	1	1	info	pct	apli
1952	II Pesqueras	Especies cercanas a Castellón. Control y estudio	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1952	II Pesqueras	Caballa en el Mediterráneo. Estudio biológico	cen	1	1	1	estu	pct	apli
1952	II Pesqueras	Especies marítimas (anchova, bacaladilla, sardina, pulpo, pescadilla, salmonete, gamba). Biología	cen	1	1	1	estu	pct	apli
1952	II Pesqueras	Placton anual en la costa Brava durante 1950-51	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1952	II Pesqueras	Sardina y mollera. Valor nutritivo	cen	1	31	1	estu	pct	apli
1952	II Pesqueras	Sardina en la costa gallega y portuguesa. Estudio biológico	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1952	II Pesqueras	Algas del litoral	cen	1	1	1	estu	pct	apli
1952	II Pesqueras	Fitoplacton. Determinación cuantitativa del fitoplacton	ca	1	1	1	anal	pct	apli
1953	II Pesqueras	Especies comerciales de la zona de Vinaroz	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1953	II Pesqueras	Sardinas a un lado y otro de Gibraltar. Estudio de poblaciones	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1953	II Pesqueras	Sardinas y bonitos. Estudio químico de los componentes	cen	1	1	1	estu	pct	apli
1953	II Pesqueras	Especies comerciales de la zona de Blanes. Estudio	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1953	II Pesqueras	Fitoplacton de la zona de Castellón. Análisis	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1953	II Pesqueras	Pesca en Cataluña. Estudio del estado de la pesca	ca	1	1	1	info	pct	apli
1953	II Pesqueras	Sardinas. Causas de la falta de capturas de sardinas en todo el Atlántico europeo.	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1953	II Pesqueras	Sardina, espadín y anchoa. Investigaciones ictiológicas	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1953	II Pesqueras	Parques ostrícolas en las rías gallegas. Estudio ecológico	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1953	II Pesqueras	Fitoplacton de las aguas de la ría de Vigo. Producción	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1953	II Pesqueras	Mejillón. Ecología, enfermedades, cultivo y exportación a Francia	ce	1	1	1	estu	pct	desa
1953	II Pesqueras	Bonito. Estudio de los rendimientos de la pesca del bonito (establecimiento de fechas e itinerario)	ca	1	1	1	info	pct	desa
1953	II Pesqueras	Sardina y mollera de Castellón. Análisis químico	cen	1	1	1	estu	pct	apli
1953	II Pesqueras	Mejillón de la zona de Castellón	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1953	II Pesqueras	Algas. Investigación de su crecimiento en Blanes	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1953	II Pesqueras	Estudios químicos sobre la vieira	cen	1	1	1	estu	pct	apli
1953	II Pesqueras	Estudio de los rendimientos pesqueros del Levante	ca	1	1	1	info	pct	divu
1946	IIT Barcelona	Generador acíclico 7 V, 8000 A y 2900 r/m	it	2	383	3	B	prod	desa
1946	IIT Barcelona	Rectificadores de vapor de mercurio con recipiente de porcelana	it	2	383	3	B	prod	desa

1946	IIT Barcelona	Armaduras ligeras para aumentar resistencia de partes comprimidas del hormigón armado	it	5	5	33	B	prod	apli
1946	IIT Barcelona	Aluminio. Procedimientos con probabilidades industriales para ensayos de aluminos españoles	it	2b	371	27	meto	proc	apli
1946	IIT Barcelona	Cementos. Medios para aumentar la resistencia de los morteros al desgaste	it	5	5	27	mej-	proc	apli
1946	IIT Barcelona	Aluminio. Método para disminuir el óxido sódico del ataque alcalino de los minerales de aluminio	it	2	371	15	mej-	prod	apli
1947	IIT Barcelona	Plego de cementos naturales y Portland y similares.	it	2	36	23	acom	pct	divu
1947	IIT Barcelona	Corrosión. Efecto de soluciones agresivas sobre cementos	it	5	5	27	anal	proc	apli
1947	IIT Barcelona	Cementos. Medios para aumentar la resistencia al desgaste de cementos	it	5	5	23	anal	proc	apli
1947	IIT Barcelona	Aluminio. Aprovechamiento de minerales de aluminio nacionales	it	2	371	2	estu	proc	apli
1947	IIT Barcelona	Haluros de fósforo a partir de fosfatos. Obtención	it	2	351	6	info	proc	apli
1947	IIT Barcelona	Depuración de agua por medio de briquetas de cemento	it	6	5	32	anal	proc	desa
1947	IIT Barcelona	Módulos de elasticidad de cementos y hormigones. Aparato para su determinación	it	2	5	23	B	prod	desa
1947	IIT Barcelona	Generador aciclico de 56 kw	it	2	383	3	B	prod	desa
1947	IIT Barcelona	Dilatómetro para el estudio de masas cerámicas.	it	2	385	23	B	prod	desa
1948	IIT Barcelona	Depuración de aguas mediante cemento	it	6	5	32	B	proc	desa
1948	IIT Barcelona	Tierras españolas de molde para sustituir a la Leucaea (Francia) en las mezclas	it	2b	5	27	anal	prod	apli
1948	IIT Barcelona	Cementos españoles (permeabilidad y corrosión por aguas agresivas). Estudios comparativos	it	2	5	27	acom	pct	desa
1948	IIT Barcelona	Celulosa de esparto	cen	2r	34	6	anal	proc	apli
1948	IIT Barcelona	Austenita. Estudio de las transformaciones isotérmicas de la austenita (Curvas S)	it	2	371	15	anal	proc	apli
1948	IIT Barcelona	Carburos. Estudio de la precipitación de los carburos en los aceros al cromo-níquel	it	2	371	15	anal	proc	desa
1948	IIT Barcelona	Oxido de etileno. Obtención	it	2	371	15	anal	prod	apli
1948	IIT Barcelona	Aluminio. Beneficio de los minerales de aluminio nacionales.	it	2	2	2	anal	proc	apli
1949	IIT Barcelona	Corrosión por filtración de las aguas sobre los morteros	it	5	5	27	anal	proc	apli
1949	IIT Barcelona	Cemento. Influencia de la finura del cemento en sus propiedades	it	2	5	27	anal	proc	apli
1949	IIT Barcelona	Sulfato cálcico. Influencia del sulfato cálcico sobre el fraguado	it	2	5	27	anal	proc	apli
1949	IIT Barcelona	Magnesia. Influencia de la magnesia en el comportamiento de los cementos	it	2	5	27	anal	proc	apli
1949	IIT Barcelona	Endurecedores de superficie	it	2	5	27	anal	prod	apli
1949	IIT Barcelona	Disolventes. Análisis químicos para la obtención de disolventes	it	2	351	6	anal	prod	apli
1949	IIT Barcelona	Soldabilidad en función de las curvas "S"	it	2	371	15	mej-	proc	desa
1949	IIT Barcelona	Reactivos para el estudio de la precipitación de carburos en los aceros inoxidables	it	2	371	15	B	proc	desa
1949	IIT Barcelona	Esparto. Análisis de esparto	cen	2r	351	6	B	proc	desa
1949	IIT Barcelona	Máquina eléctrica aciclica (últimos desarrollos)	it	2	383	3	B	prod	desa
1949	IIT Barcelona	Depuración de agua por cemento (puzolana)	it	6	5	32	meto	proc	desa
1949	IIT Barcelona	Recocido de la soldadura. Estudio	it	2	371	15	mej-	proc	desa
1949	IIT Barcelona	Excitrones: curvas de temperatura, características de arco, etc	it	2	383	3	mej-	prod	desa
1949	IIT Barcelona	Austenita. Transformaciones isotérmicas de la austenita en un acero al carbono hipo-eutectoide	it	2	371	15	anal	proc	desa
1949	IIT Barcelona	Celulosa del eje fructífero del racimo del plátano de Canarias	cen	2r	34	28	mej-	proc	desa
1949	IIT Barcelona	Metalografía. Determinación metalográfica de la fase SIGMA y tamaño del grano austenítico.	it	2	371	15	anal	proc	desa
1949	IIT Barcelona	Módulos de elasticidad del cemento y del hormigón. Determinación	it	2	5	27	cont	pct	desa
1949	IIT Barcelona	Rectificadores de vapor de mercurio para regular los motores de corriente continua	it	2	383	3	mej-	prod	desa
1950	IIT Barcelona	Cementos. Métodos para determinar la finura de los cementos	it	2	36	27	acom	proc	desa
1950	IIT Barcelona	Hormigón. Módulos de elasticidad de hormigones valiéndose de oscilaciones mecánicas supersónicas	it	5	5	27	acom	proc	desa
1950	IIT Barcelona	Esparto. Métodos analíticos para el estudio del esparto	cen	2r	34	28	anal	proc	desa
1950	IIT Barcelona	Aceros. Anomalías en los aceros de cementación	it	2	5	15	anal	proc	desa
1950	IIT Barcelona	Arenas para cementos y hormigones. Estudio comparativo	it	2	36	27	acom	pct	desa
1950	IIT Barcelona	Aluminio. Análisis cuantitativo del aluminio en los aceros	it	2	371	15	anal	proc	desa
1950	IIT Barcelona	Aceros. Curvas de templabilidad de Jominy en aceros al carbono y especiales españoles	it	2	371	15	anal	proc	desa
1950	IIT Barcelona	Aisladores. Método de medir la tensión de perforación de los aisladores para líneas de alta tensión	it	5	383	3	mej-	proc	desa
1950	IIT Barcelona	Corrosión por filtración de morteros y hormigones	it	5	5	27	mej-	proc	apli

1950	IIT Barcelona	Acido oxálico a partir de glucosa. Obtención y aprovechamiento de los gases resultantes	it	2r	8324	6	info	proc	apli
1950	IIT Barcelona	Depuración de aguas por medio de cemento (instalaciones semi-industriales)	it	6	5	32	meto	proc	desa
1950	IIT Barcelona	Máquina homopolar de 56 kW y 8.000 amperios	it	2	383	3	B	prod	desa
1951	IIT Barcelona	Metalografía. Determinación metalográfica de la fase "Sigma"	it	2	371	15	anal	proc	desa
1951	IIT Barcelona	Esparto. Análisis de muestras de esparto	cen	2r	351	6	anal	proc	desa
1951	IIT Barcelona	Cemento. Influencia de la finura del molido de los cementos	it	2	5	27	anal	proc	desa
1951	IIT Barcelona	Gel de sílice. Obtención	it	2	351	6	B	prod	desa
1951	IIT Barcelona	Pentosan. Estudio para su determinación por el método Kullgren Tydén	it	2	351	6	anal	proc	desa
1951	IIT Barcelona	Esparto y albardín. Estudio comparativo	cen	2r	34	6	mej-p	proc	desa
1951	IIT Barcelona	Grano austenítico. Influencia de la carburación sobre el crecimiento del grano austenítico	it	2	371	15	cont	proc	desa
1951	IIT Barcelona	Arena normal española	it	2	36	27	anal	prod	desa
1951	IIT Barcelona	Depuración del agua por el cemento	it	6	5	32	info	proc	desa
1951	IIT Barcelona	Corrosión por filtración de cementos y hormigones	it	5	5	27	mej-p	prod	desa
1951	IIT Barcelona	Acido oxálico a partir de materias primas nacionales. Ensayos para su obtención	it	2	351	6	mej-p	prod	desa
1951	IIT Barcelona	Esparto. Lejido alcalino del esparto. Perfeccionamiento	it	2r	34	6	resi-	proc	desa
1951	IIT Barcelona	Hormigón. Elasticímetro de péndulo para hormigones	it	5	5	23	util	prod	desa
1952	IIT Barcelona	Cemento. Influencia de la finura de molido de cementos en su comportamiento	it	2	5	27	mej-f	proc	desa
1952	IIT Barcelona	Arena normal española	it	2	2	27	manu	pct	desa
1952	IIT Barcelona	Metalografía. Determinación metalográfica de la fase "Sigma"	it	2	371	15	cont	pct	desa
1952	IIT Barcelona	Celulosa. Peróxido de sodio como blanqueador de pastas celulósicas. Aplicación	it	2	34	28	mej-f	proc	desa
1952	IIT Barcelona	Corrosión por filtración de cementos	it	5	5	27	anal	pct	desa
1952	IIT Barcelona	Hormigón. Resistencia a la rotura de hormigones	it	5	5	27	anal	pct	desa
1952	IIT Barcelona	Hormigón. Elasticidad por flexión de hormigones	it	5	5	27	anal	pct	desa
1952	IIT Barcelona	Excitrones para el corte rítmico de la corriente	it	2	383	3	B	prod	desa
1952	IIT Barcelona	Equipo de soldadura con amplificadores magnéticos	it	2	383	19	B	prod	desa
1952	IIT Barcelona	Gel de sílice. Preparación	it	2	351	6	meto	proc	desa
1952	IIT Barcelona	Depuración de agua por medio de cemento	it	6	5	32	meto	proc	desa
1952	IIT Barcelona	Esparto y albardín. Estudio comparativo	cen	2r	34	6	mej-p	prod	desa
1952	IIT Barcelona	Rodamientos. Repertorio metalográfico internacional de aceros para rodamientos	it	12	371	15	acom	pct	divu
1952	IIT Barcelona	Esparto. Lejido alcalino del esparto	it	2r	34	6	resi-	proc	desa
1953	IIT Barcelona	Corrosión por filtración de los morteros por infiltración	it	5	5	27	anal	proc	desa
1953	IIT Barcelona	Hormigón. Módulos de elasticidad con el aparato de péndulos	it	5	5	27	anal	prod	desa
1953	IIT Barcelona	Depuración de agua por el cemento.	it	6	5	32	anal	proc	desa
1953	IIT Barcelona	Rodamientos. Repertorio metalográfico internacional de aceros para rodamientos	it	12	371	15	acom	pct	divu
1953	IIT Barcelona	Grano austenítico. Susceptibilidad del crecimiento en un grupo de aceros al carbono y aleados	it	2	371	15	mej-f	proc	desa
1953	IIT Barcelona	Horno para trabajar con un cubilote de 250 mm de diámetro interior. Planos	it	2	8324	15	mej-p	prod	desa
1953	IIT Barcelona	Gel de sílice. Planta piloto para su fabricación	it	2	351	6	B	prod	desa
1953	IIT Barcelona	Cuba electrolítica para el estudio de campos eléctricos y magnéticos	it	14	8324	3	util	prod	desa
1953	IIT Barcelona	Amplificador de 200 vatios	it	14	8324	3	util	prod	desa
1953	IIT Barcelona	Esparto. Lejido básico del esparto, y aprovechamiento de sus componentes	it	2r	351	28	meto	proc	desa
1953	IIT Barcelona	Máquina para ensayos de forjabilidad y laminabilidad de aceros. Planos	it	2	8324	23	mej-p	prod	desa
1948	ILT Quevedo	Prueba-hilo continuo	it	2	1	23	B	prod	desa
1948	ILT Quevedo	Detector de grisú	it	2b	2	23	B	prod	desa
1948	ILT Quevedo	Aparatos de destilación molecular	it	2	351	23	B	prod	desa
1948	ILT Quevedo	Teodolito registrador para sondeos	it	2b	2	23	B	prod	desa
1949	ILT Quevedo	Destilación molecular de un disco. Instalación	it	2	351	23	B	prod	desa
1950	ILT Quevedo	Alto vacío. Unidad para metalización en alto vacío	it	2	385	23	mej-p	prod	desa
1950	ILT Quevedo	Medidor de PH	it	2	8324	23	mej-p	prod	desa

1950	ILT Quevedo	Oscilador de tono fijo	it	2	385	23	mejp-	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Alto vacío. Problemas relacionados con las aplicaciones de los diseños de alto vacío	it	2	385	23	B	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Vitaminas del aceite de germen de trigo. Obtención por destilación molecular	it	2	31	24	mejp-	proc	desa
1951	ILT Quevedo	Indicador de valoraciones potenciométricas EH 49-11	it	2	351	23	mejp-	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Supresor automático de ruido de fondo para reproducción de discos	it	2	72	4	mejp-	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Medidor de PH EH 49-11	it	2	8324	23	mejp-	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Generador de ultrasonidos EI 51-23	it	14	8324	23	mejp-	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Oscilógrafo de rayos catódicos EG 51-18	it	14	8324	23	mejp-	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Incapifa EI 51-29 Puente medida para medición de inductancias	it	2	8324	23	mejp<	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Vacuómetro de hilo caliente FD 51-08	it	14	8324	23	mejp<	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Multímetro EI 51-28 Volt-amperímetro	it	2	8324	23	mejp<	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Grasas lubricantes termoresistentes e hidrofóbicas para mecanismos de precisión	it	2	351	6	mejp-	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Inductancímetro ED 50-30	it	4	72	23	mejp-	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Pontifa EI 51-27 Puente de medida de resistencia	it	2	8324	23	mejp<	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Saponificación de aceites. Nuevo método de determinación de índices de saponificación	it	2	31	24	mejp<	proc	desa
1951	ILT Quevedo	Llaves de vacío FD 51-02	it	2	8324	23	mejp<	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Instrumentos para desbastar, pulir y afinar vidrio	it	2	36	23	mejp<	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Bomba rotatoria de vacío FD 50-01	it	14	8324	23	B	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Preamplificador-mezclador para retransmisiones	it	4	72	4	mejp-	prod	desa
1951	ILT Quevedo	Desecación de plasma	it	2	351	6	mejp-	proc	desa
1951	ILT Quevedo	Bomba de difusión de aceite FD 49-44	it	14	8324	23	B	prod	desa
1952	ILT Quevedo	Lupa binocular	it	14	8324	27	mejp<	prod	desa
1952	ILT Quevedo	Monoglicéridos a partir de aceites vegetales. Obtención	it	2	351	6	mejp<	proc	desa
1952	ILT Quevedo	Vitaminas E y A por destilación molecular	it	2	351	6	mejp<	proc	desa
1952	ILT Quevedo	Destilación molecular. Influencia en la curva de absorción de concentrados de vitamina A	it	2	351	6	anal	proc	desa
1952	ILT Quevedo	Cámara de polvo para el estudio de difracción de rayos x	it	14	8324	23	util	prod	desa
1952	ILT Quevedo	Bomba rotatoria	it	2	351	23	B	prod	desa
1952	ILT Quevedo	Preamplificador mezclador	it	4	72	4	mejp-	prod	desa
1952	ILT Quevedo	Aparato de tomas de corriente cerebrales para estudio de corticografía	it	14	8324	23	B	prod	desa
1952	ILT Quevedo	Captador de vibraciones para oscilógrafos	it	2	385	4	B	prod	desa
1952	ILT Quevedo	Aceites vitamínicos de pescado. Desarrollo del proceso industrial	it	2	31	24	B	proc	desa
1952	ILT Quevedo	Generador de ultrasonidos	it	2	385	23	B	prod	desa
1952	ILT Quevedo	Desbastadora-pulidora	it	2	385	23	util	prod	desa
1952	ILT Quevedo	Oscilógrafo de rayos catódicos	it	14	8324	23	B	prod	desa
1952	ILT Quevedo	Aparato de estereotaxia. Reconocimiento de puntos en el cerebro	it	14	8324	23	B	prod	desa
1952	ILT Quevedo	Columna para tratamientos de flujo ininterrumpido de líquidos	it	2	351	23	B	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Medidor de PH	it	2	8324	23	comi	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Aceites de pentaeritrol. Obtención	it	2	351	6	anal	proc	desa
1953	ILT Quevedo	Voltímetros de válvulas	it	2	8324	23	comi	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Aceite de hígado de pescado. Alcohólisis de aceites de hígado de corvina y atún	it	2	351	6	anal	proc	desa
1953	ILT Quevedo	Incapifa. Prototipo (fabricación en serie junto con el Multímetro y el Pontifa)	it	2	385	23	comi	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Generador de radiofrecuencia de 4 KW	it	2	8324	3	mejp<	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Aceites. Determinación del contenido en tocoferol de subproductos de elaboración de aceites	it	2r	351	6	resi-	proc	desa
1953	ILT Quevedo	Aparato para bobinar cuadros para la construcción de aparatos eléctricos	it	2	383	23	mejp<	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Oscilógrafo II (diversas aplicaciones)	it	14	8324	23	util	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Generador de ultrasonidos. Modificaciones	it	2	385	23	mejp-	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Desgasificador industrial	it	2	351	23	util	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Alto vacío. Unidades de vacío móviles	it	2	385	23	mejp-	prod	desa

1953	ILT Quevedo	Plásticos. Metalización de plásticos	it	2	355	26	mejf<	proc	desa
1953	ILT Quevedo	Galvanómetro de bucle. Prototipo	it	2	383	3	mej-p	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Araldite para cierres al vacío	it	2	8324	6	mejf<	proc	desa
1953	ILT Quevedo	Difusor de gas carbónico	it	2	385	23	util	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Horno de preparación de cetona para acetilación de vitamina A	it	2	351	15	mej-p	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Monoglicéridos a partir de los ésteres etílicos (del aceite de germen de trigo). Obtención	it	2	351	6	mejf<	proc	desa
1953	ILT Quevedo	Galvanómetro portátil	it	2	385	23	mej-p	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Medidor de espectogramas	it	2	383	23	util	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Aceite de hígado de pescado. Alcohólisis y destilación a escala semi-industrial	it	2	351	6	mej-p	proc	desa
1953	ILT Quevedo	Manómetros. Modificación del sistema de calibrado de los manómetros de hilo caliente	it	2	385	23	mej-p	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Registrador para frecuencias elevadas. Montaje experimental	it	2	72	4	mej-p	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Eliminación de disolventes por medio del lastre de aire	it	2	351	6	mejf<	proc	desa
1953	ILT Quevedo	Medidor de nivel de sonidos y analizador	it	14	8324	23	B	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Monoglicéridos. Obtención y estudio de materiales de gran plasticidad procedentes de monoglicéridos	it	2	351	6	mej-p	proc	desa
1953	ILT Quevedo	Linterna de proyección	it	2	72	4	util	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Sistema de señalización automática del tren "Talgo"	it	4	72	4	B	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Arco eléctrico automático. Prototipo	it	2	383	3	mej-p	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Aparato de liofilización. Prototipo	it	2	385	23	B	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Máquina-herramienta universal	it	2	383	19	B	prod	desa
1953	ILT Quevedo	Torsoestirador para la industria textil	it	2	32	23	B	prod	desa
1946	IN Combustible	Hidrogenación de alquitranes y fracciones	it	2	351	6	anal	proc	apli
1946	IN Combustible	Lubricantes. Obtención de aceites grasos para lubricantes compuestos	it	2	353	6	meto	prod	desa
1946	IN Combustible	Lubricantes. Volatilización de aceites lubricantes de pizarras de Puertollano	it	2b	353	8	anal	prod	apli
1946	IN Combustible	Lignitos. Tratamiento de lignitos de Puentes de García Rodríguez	it	2b	353	8	meto	proc	desa
1946	IN Combustible	Gasolinas. Aromatización de gasolinas auto para obtener base de aviación, disolventes y tolueno	it	2	353	8	mej-p	prod	desa
1946	IN Combustible	Lignitos. Tratamiento de lignito de Escucha	it	2b	353	8	anal	proc	apli
1946	IN Combustible	Lignitos-piropisita. Tratamiento de piropisita de Puentes de García Rodríguez	it	2b	353	8	meto	proc	desa
1946	IN Combustible	Orojo de uva. Aprovechamiento	it	2r	351	6	meto	prod	desa
1946	IN Combustible	Hidrólisis de materias lignocelulosas	it	2r	351	6	B	proc	desa
1946	IN Combustible	Cetonas. Producción de cetonas carburantes	it	2	351	6	meto	prod	desa
1946	IN Combustible	Lignina. Ensayos de utilización de lignina	it	2r	351	6	meto	proc	desa
1946	IN Combustible	Asfaltos. Obtención	it	2	353	6	meto	prod	apli
1947	IN Combustible	Lubricantes. Obtención de aceites para lubricantes compuestos (aceite de pepita de uva)	it	2r	351	6	mej-p	prod	desa
1947	IN Combustible	Lignitos. Tratamiento de lignitos de Puentes de García Rodríguez	it	2b	353	8	mej-p	proc	desa
1947	IN Combustible	Hidrólisis de materias lignocelulosas	it	2r	351	6	anal	proc	apli
1947	IN Combustible	Lubricantes especiales	it	2	353	6	mej-p	prod	desa
1947	IN Combustible	Parafinas. Obtención	it	2	353	6	mej-p	proc	desa
1947	IN Combustible	Hullas. Clasificación por aplicación industrial de carbones asturianos	it	2b	2	2	info	pct	apli
1947	IN Combustible	Orojo de uva. Aprovechamiento	it	2r	351	6	anal	prod	desa
1947	IN Combustible	Cetonas. Producción de cetonas carburantes	it	2	351	6	mej-p	proc	desa
1948	IN Combustible	Hullas. Efectos físicos que produce el calor en la pirogenación de las hullas	it	2b	353	8	info	proc	apli
1948	IN Combustible	Coques. Propiedades mecánicas de los carbones y coques	it	2b	353	8	info	proc	apli
1948	IN Combustible	Orojo de uva. Aprovechamiento	it	2r	351	6	resi	proc	apli
1948	IN Combustible	Lignitos aragoneses. Alteraciones durante la conservación	it	2b	2	2	anal	proc	apli
1948	IN Combustible	Bitumen de los carbones aragoneses	it	2b	353	8	resi	proc	apli
1948	IN Combustible	Furfural a partir de mostos. Obtención	it	2r	351	6	resi	proc	apli
1948	IN Combustible	Residuos lignocelulósicos: cañas de algodón, tabaco, cereales, sarmientos, orujos. Hidrólisis	it	2r	351	6	resi	proc	apli
1948	IN Combustible	Azufre y nitrógeno de los gases de destilación. Aprovechamiento	it	2r	353	8	mejf-	proc	apli



1948	IN Combustible	Hydrocarburos. Química de los hidrocarburos no saturados	it	2	353	8	estu	proc	basi
1948	IN Combustible	Fermentaciones industriales y derivados. Obtención de cetonas - levaduras alimenticias	it	2	351	6	mejp-	proc	desa
1948	IN Combustible	Aglomerantes de orujos y breas	it	2r	351	6	resi	proc	apli
1948	IN Combustible	Detergentes a partir de aceites de pepita uva	it	2r	351	6	mejf-	proc	desa
1948	IN Combustible	Lignitos de Puentes de García Rodríguez. Alquitrán, gas-oil y fuel-oil	it	2	353	8	mejf-	proc	desa
1949	IN Combustible	Coques. Identificación de hullas susceptibles de ser empleadas en mezclas coquificables	it	2b	353	8	anal	proc	apli
1949	IN Combustible	Olefinas. Contribución a la química de las olefinas	it	2	353	8	anal	proc	apli
1949	IN Combustible	Coques. Análisis de las calidades de coques obtenidos	it	2	353	8	anal	proc	apli
1949	IN Combustible	Aceites de impregnación. Preparados a partir de alquitrán de hulla	it	2	353	8	B	proc	desa
1949	IN Combustible	Residuos agrícolas. Aprovechamiento de ligninas	it	2r	351	6	B	proc	desa
1949	IN Combustible	Fermentaciones industriales (butírica, láctica y levadura alimenticia)	it	2	351	6	B	prod	desa
1949	IN Combustible	Orojo de uva. Aprovechamiento (metanol, furfural, fuel-oil ligero)	it	2r	351	6	B	prod	desa
1949	IN Combustible	Lubricantes sintéticos (a partir de gas-oil de lignitos de Puentes García) Parafinas	it	2	353	8	B	prod	desa
1949	IN Combustible	Lignitos de Puentes de García Rodríguez (mejora de rendimientos y gasolinas)	it	2b	353	8	B	proc	desa
1949	IN Combustible	Acido láctico. (Derivados: ácido láctico y acrilato de metilo - barnices -)	it	2	351	6	B	prod	desa
1949	IN Combustible	Lubricantes. Métodos de análisis de carburantes y lubricantes	it	2	353	8	acom	proc	desa
1949	IN Combustible	Fórmula aproximada para calcular el poder calorífico de los lignitos de Utrillas	it	2b	2	2	acom	pcl	desa
1949	IN Combustible	Lignitos. Aprovechamiento del azufre y del nitrógeno de la destilación de lignitos	it	2	353	8	mejp<	proc	apli
1949	IN Combustible	Furfural. Anhídrido maleico. A partir de furfural para barnices y pinturas.	it	2	353	6	B	prod	desa
1949	IN Combustible	Lignitos aragoneses (Clasificación de todas sus propiedades)	it	2b	2	2	mejp<	proc	apli
1949	IN Combustible	Lubricantes (aditivos subproductos de lignitos, P. García y estearatos)	it	2	353	8	B	prod	desa
1949	IN Combustible	Bitumen de los lignitos aragoneses (aprovechamiento)	it	2b	353	8	mejp<	proc	apli
1949	IN Combustible	Hydrogenación saturante de aceites.	it	2	351	6	B	proc	desa
1950	IN Combustible	Lubricantes sintéticos y mejoradores. Pizarras de Puertollano	it	2r	353	8	B	prod	desa
1950	IN Combustible	Parafinas y detergentes. Oxidación	it	2	353	8	B	prod	desa
1950	IN Combustible	Hidrolisis y briqueteado de materias lignocelulósicas	it	2r	351	6	B	proc	apli
1950	IN Combustible	Destilación a baja temperatura del lignito de Puentes de García Rodríguez	it	2b	353	8	B	proc	desa
1950	IN Combustible	Acido láctico y derivados	it	2	351	6	anal	prod	apli
1950	IN Combustible	Destilación y refino de lignito de Puentes de García Rodríguez	it	2	353	8	B	proc	desa
1950	IN Combustible	Métodos de trabajo en la química de los carbones aragoneses. Análisis, cenizas, azufre, nitrógeno	it	2b	2	2	anal	pcl	apli
1950	IN Combustible	Hullas. Investigación sobre hullas. Clasificación, cenizas, extracción por disolventes	it	2b	2	2	meto	proc	desa
1950	IN Combustible	Olefinas. Reacción del etileno con sales mercurícas. Nuevos compuestos	it	2	353	8	B	prod	desa
1950	IN Combustible	Lavabilidad. Estudio sistemático de muestras de carbones asturianos	it	2b	2	2	info	proc	apli
1950	IN Combustible	Fosfatos del Sahara para abonos mixtos (fosfórico-potásicos)	it	2b	351	6	B	prod	desa
1950	IN Combustible	Bitumen de los carbones aragoneses. Estudio	it	2b	353	8	mejp-	prod	apli
1950	IN Combustible	Destilación a baja temperatura. Aplicaciones: compuestos de azufre, gases de destilación	it	2b	353	8	mejp-	proc	apli
1950	IN Combustible	Aparato para reactividad del coque metalúrgico	it	2	353	23	B	prod	desa
1950	IN Combustible	Coquificación (semicoque como material de mezcla)	it	2b	353	8	meto	proc	desa
1950	IN Combustible	Alquitrán de lignina de orujo de aceituna	it	2r	351	6	resi-	prod	desa
1950	IN Combustible	Aceite de pepita de uva	can	2r	351	24	resi-	proc	desa
1951	IN Combustible	Lavabilidad. Estudios de carbones	it	2b	2	2	anal	proc	desa
1951	IN Combustible	Coques. Preparación de mezclas coquizables	it	2b	371	8	anal	prod	desa
1951	IN Combustible	Hulla. Estudio de macrosporas de la hulla	it	2b	2	2	anal	proc	desa
1951	IN Combustible	Coques. Determinación de reactividad y combustibilidad de coques	it	2b	353	8	anal	proc	desa
1951	IN Combustible	Cenizas. Estudio polarográfico	it	2b	2	2	anal	proc	desa
1951	IN Combustible	Lignitos. Análisis y preparación de muestras de carbones aragoneses	it	2b	2	2	anal	proc	desa
1951	IN Combustible	Carbones. Oxidación carbón en medio alcalino	it	2	2	2	anal	proc	apli
1951	IN Combustible	Lignitos. Higroscopicidad del lignito aragones	it	2b	8324	2	anal	proc	apli

1951	IN Combustible	Destilación. Compuestos de azufre durante la destilación del carbón a baja temperatura	it	2b	353	8	anal	proc	apli
1951	IN Combustible	Bitumen de los carbones aragoneses	it	2b	353	8	anal	proc	apli
1951	IN Combustible	Horno eléctrico. Método de hinchamiento al crisol por medio de horno eléctrico	it	2	2	15	B	proc	desa
1951	IN Combustible	Destilación de carbón no aglutinante a baja temperatura. Método	it	2b	353	8	mejp-	proc	desa
1951	IN Combustible	Lignitos. Refino de parafina de alquitrán de lignito de Puentes de García Rodríguez	it	2	353	8	mejp-	proc	desa
1951	IN Combustible	Catalizadores. Preparación	it	2	351	8	info	proc	desa
1951	IN Combustible	Coques. Preparación de las mezclas en baterías de coque	it	2b	371	8	anal	proc	desa
1951	IN Combustible	Hidrocarburos. Estudios sobre combustibles líquidos e hidrocarburos. Análisis de muestras, lefinas	it	2b	353	8	anal	proc	desa
1951	IN Combustible	Gasolinas. Refino de gasolinas de pizarras de Puertollano	it	2r	353	8	mejp-	prod	desa
1951	IN Combustible	463 análisis y 2102 determinaciones para E Nacional CS	it	2	353	8	anal	pct	desa
1951	IN Combustible	Carbones. Catalogación de los carbones producidos en España	it	2b	2	2	anal	pct	desa
1951	IN Combustible	Catalizadores. Preparación de catalizadores a escala de laboratorio	it	2	351	8	util	prod	desa
1951	IN Combustible	Residuos agrícolas. Redacción del plan general para el aprovechamiento de residuos	it	2r	351	6	resi-	pct	desa
1951	IN Combustible	Productos de dragado de puertos para preparación de combustibles. Aprovechamiento	it	2r	351	2	resi<	proc	desa
1951	IN Combustible	Acido graso inferior. Producción	it	2	351	6	resi-	proc	desa
1951	IN Combustible	Fermentaciones industriales (conservación de cultivos, tratamiento de fermentaciones)	it	2	351	6	resi-	proc	desa
1951	IN Combustible	Acetonas. Refino de acetonas	it	2	353	6	resi-	proc	desa
1951	IN Combustible	Residuos agrícolas. Vinazas residuales para la fabricación de levaduras alimenticias	it	2r	351	6	resi-	prod	desa
1951	IN Combustible	Esteres. Preparación de ésteres butíricos	it	2	351	6	resi-	proc	desa
1951	IN Combustible	Aceite de chicharro. Hidrogenación	it	2	351	6	resi-	prod	desa
1951	IN Combustible	Residuos agrícolas, breas y coquizantes minerales. Briquetado	it	2r	351	6	resi-	proc	desa
1951	IN Combustible	Hidrogenación. Planta de hidrogenación	it	2	353	8	B	proc	desa
1951	IN Combustible	Residuos agrícolas. Producción de ácido láctico a partir de residuos agrícolas	it	2r	351	6	resi-	prod	desa
1951	IN Combustible	Residuos agrícolas. Productos líquidos de carbonización de las ligninas	it	2r	351	6	resi-	proc	desa
1951	IN Combustible	Menudos de hulla. Planta piloto para el estudio de cetrifugación de menudos de hulla	it	2b	2	2	B	prod	desa
1951	IN Combustible	Carbones. Ensayos de carbones en batería de escala industrial	it	2b	371	2	B	proc	desa
1951	IN Combustible	Lavabilidad y mezclas. Plantas experimentales de lavado y mezclas de carbones	it	2b	2	2	B	proc	desa
1951	IN Combustible	Instalación de escala intermedia B of M-AGG para análisis de carbones de La Camocha	it	2b	8324	2	B	proc	desa
1951	IN Combustible	Lubricantes sintéticos y mejorados para mezclar con los de pizarras bituminosas de Puertollano	it	2r	353	8	mejp-	prod	desa
1951	IN Combustible	Detergentes. Obtención	it	2	351	8	mejp-	prod	desa
1951	IN Combustible	Hidrólisis de materias lignocelulósicas (residuos de maíz, sarmientos, algodón, orujillo)	it	2r	351	6	B	proc	desa
1952	IN Combustible	Normas. Variables operativas en los análisis para editar las normas de análisis de carbones	it	12	8324	34	acom	pct	desa
1952	IN Combustible	Hulla. Estudio petrográfico de muestras tomadas en la mina de La Camocha	it	2b	2	2	estu	pct	apli
1952	IN Combustible	Métodos para la determinación del azufre, carbono y relación mineral-carbón	it	2	8324	2	anal	pct	apli
1952	IN Combustible	Lignitos. Determinaciones analíticas de lignitos aragones	it	2b	8324	2	anal	pct	apli
1952	IN Combustible	Carbones. Oxidación del carbón en medio alcalino (temperatura ambiente)	it	2	2	2	meto	proc	apli
1952	IN Combustible	Lignitos. Higroscopicidad de lignitos aragones	it	2b	8324	2	anal	pct	apli
1952	IN Combustible	Carbones. Depuración de carbones producidos en España	it	2b	2	8	anal	proc	desa
1952	IN Combustible	Hullas. 2.124 análisis de las hullas asturianas	it	2b	8324	2	anal	pct	apli
1952	IN Combustible	Horno eléctrico para hinchamiento del carbón. Mejora	it	2	8324	15	mejp<	proc	desa
1952	IN Combustible	Coques. Sistema de fabricación de semicoque (obtención semi-industrial)	it	2b	353	8	mejp-	proc	desa
1952	IN Combustible	Lavabilidad de los carbones de Coto de Riosa y Morcín	it	2b	2	8	anal	proc	desa
1952	IN Combustible	Carbones. Hinchamiento dilatométrico de carbón	it	2b	2	8	mejp<	proc	desa
1952	IN Combustible	Resinas. Fabricación semi-industrial de resinas cambiadoras de cationes	it	2	351	6	B	proc	desa
1952	IN Combustible	Gasolinas. Refino de gasolinas de Puertollano	it	2r	353	8	mejp<	proc	desa
1952	IN Combustible	Coquificación de mezclas de carbones para obtener un coque siderúrgico	it	2b	353	8	mejp<	prod	desa
1952	IN Combustible	Procedimiento para la obtención de microfotografías	it	14	8324	34	mejp<	pct	desa
1952	IN Combustible	Detergentes a partir del alquitrán de Puertollano	it	2r	351	6	mejp<	prod	desa

1952	IN Combustible	Aceites de transformadores a partir del alquitran de Puertollano	it	2r	353	8	mej<	prod	desa
1952	IN Combustible	Residuos agrícolas. Productos líquidos de la destilación de residuos agrícolas y mostos	it	2r	351	6	resi<	proc	desa
1952	IN Combustible	Catalizadores. Preparación	it	2	351	8	util	proc	desa
1952	IN Combustible	Residuos agrícolas. Briquetado y destilación a baja temperatura de residuos agrícolas y mostos	it	2r	351	6	resi<	proc	desa
1952	IN Combustible	Fermentaciones de levaduras alimenticias de mosto de higo chumbo	it	2r	31	6	resi<	proc	desa
1952	IN Combustible	Destilación de maderas, arbustos, residuos agrícolas y mostos	it	2r	351	6	resi<	proc	desa
1952	IN Combustible	Hidrogenación de grasas brutas vegetales y animales para su transformación en alcoholes	it	2r	351	6	resi<	proc	desa
1952	IN Combustible	Olefinas. Química de olefinas. Obtención de nuevos compuestos	it	2	353	8	meto	prod	desa
1952	IN Combustible	Destilación de carbón a baja temperatura	it	2b	353	8	meto	proc	desa
1952	IN Combustible	Hidrogenación de carbón	it	2	2	2	meto	proc	desa
1952	IN Combustible	Plantas cauchíferas nacionales. Análisis de posibilidades	cen	2r	351	6	resi<	proc	desa
1952	IN Combustible	Lavabilidad y tamizado de carbones	it	2	2	2	meto	proc	desa
1952	IN Combustible	Lavabilidad. Estudio de las instalaciones industriales de lavado de carbones	it	2b	2	2	info	pct	desa
1953	IN Combustible	Olefinas. Contribución a la química de las olefinas y de los hidrocarburos cíclicos	it	2	353	8	mej<	pct	desa
1953	IN Combustible	Azúfre. Fijación del azúfre por las cenizas en el proceso de incineración	it	2	351	27	mej<	proc	desa
1953	IN Combustible	Hidrocarburos. Análisis de muestras y de mezclas complejas de hidrocarburos	it	2	353	8	anal	pct	desa
1953	IN Combustible	Lignitos. Estudio analítico de los carbones de la cuenca aragonesa	it	2b	8324	2	anal	pct	desa
1953	IN Combustible	Hullas y lignitos. Análisis de higroscopicidad, petrología y composición de hullas y lignitos	it	2b	2	2	anal	pct	desa
1953	IN Combustible	Destilación del carbón a alta y baja temperatura	it	2b	353	8	anal	proc	desa
1953	IN Combustible	Lavabilidad. Lavado de menudos de carbón por centrifugación en medios densos	it	2b	2	2	comi	proc	desa
1953	IN Combustible	Carbono, carbonatos e hidrógeno. Análisis	it	2b	2	2	anal	pct	desa
1953	IN Combustible	Fórmula capaz de indicar la potencia calorífica de los carbones nacionales	it	2b	8324	2	mej<	pct	apli
1953	IN Combustible	Desulfuración del carbón durante la destilación con complejo de arrastre y adición de compuestos	it	2b	353	8	mej<	proc	desa
1953	IN Combustible	Lignitos. Determinación y eliminación del azúfre en los lignitos aragones	it	2b	2	8	mej<	proc	desa
1953	IN Combustible	Coquificación de mezclas de carbones utilizando como base las hullas grasas de fragua tipo C	it	2b	353	8	B	prod	desa
1953	IN Combustible	Lignitos. Higroscopicidad, lavabilidad y tamizado de carbones aragoneses y mallorquines	it	2b	2	2	mej<	proc	desa
1953	IN Combustible	Horno eléctrico para hinchamiento del crisol. Mejora	it	2	371	3	B	proc	desa
1948	IN Electrónica	Constantes dieléctricas y permeabilidades magnéticas con microondas. Determinación	it	4	72	4	estu	proc	basi
1948	IN Electrónica	Propagación de ondas de frecuencias comprendidas entre 2,5 y 3,5mc/s dirección O-E.	it	4	72	4	estu	proc	apli
1949	IN Electrónica	Aparato de telefonía secreta por inversión de la banda de frecuencias	it	16	72	4	B	prod	desa
1949	IN Electrónica	Propagación de ondas entre Washington y Madrid	it	4	72	4	estu	pct	basi
1949	IN Electrónica	Sistema de telefonía modulada de un solo canal (portátil)	it	4	72	4	B	prod	desa
1949	IN Electrónica	Radiación cósmica	it	14	8324	34	estu	pct	basi
1949	IN Electrónica	Ondas decimétricas y centimétricas	it	4	72	4	estu	pct	basi
1949	IN Electrónica	Servomecanismos: aplicación en dispositivos de armamento	it	16	383	23	B	prod	apli
1950	IN Electrónica	Líneas explotadas en hiperfrecuencias. Nuevo método de transmisión aplicable	it	4	72	4	B	prod	desa
1950	IN Electrónica	Red general de radio-relés. Proyecto	it	4	72	4	B	prod	desa
1950	IN Electrónica	Sistema de transmisión de códigos telegráficos y telefónicos	it	4	72	4	B	prod	desa
1950	IN Electrónica	Inversor de banda para telefonía secreta	it	4	72	4	B	prod	desa
1950	IN Electrónica	Sistema portátil de telefonía superpuesta	it	4	72	4	B	prod	desa
1950	IN Electrónica	Receptor de laboratorio para ondas de 3 centímetros	it	14	72	4	B	prod	desa
1950	IN Electrónica	Sistema multicanal telefónico y telegráfico	it	4	72	4	B	prod	desa
1950	IN Electrónica	Radar-receptor de reconocimiento	it	16	72	4	B	prod	desa
1951	IN Electrónica	Células de sulfuro de plomo. Influencias de temperatura y gases	it	2	72	4	anal	proc	desa
1951	IN Electrónica	Sistema de telefonía superpuesta. Fabricación en serie	it	2	72	4	comi	proc	desa
1951	IN Electrónica	Inversor de banda patente 24083. Perfeccionamiento	it	4	72	4	B	prod	desa
1951	IN Electrónica	Sistema de telefonía superpuesta. Mejora	it	2	72	4	B	prod	desa
1951	IN Electrónica	Células de antimonio-cesio. Adaptación de materias primas nacionales a su fabricación	it	2	72	4	B	proc	desa

1951	IN Electrónica	Radars americanos de guerra tipo AOS 15 transformados para usos meteorológicos e instructivos	it	4	72	4	B	prod	desa
1951	IN Electrónica	Multicanales. Desarrollo de telefonía	it	4	72	4	B	prod	desa
1951	IN Electrónica	Equipo emisor-receptor de ondas de 3cms	it	2	72	4	B	prod	desa
1951	IN Electrónica	Células de sulfuro de plomo. Métodos de fabricación de células sensibles a infrarrojos	it	2	72	4	mejo	proc	desa
1951	IN Electrónica	Amplificador de alta impedancia	it	2	72	4	B	prod	desa
1951	IN Electrónica	Circuito para ondas centimétricas. Estudio, proyecto y construcción de los elementos	it	4	72	4	B	prod	desa
1951	IN Electrónica	Antena de radar	it	4	72	4	B	prod	desa
1951	IN Electrónica	Oscilador de doble cavidad	it	2	72	4	B	prod	desa
1951	IN Electrónica	Receptor standard para longitudes de onda de 3 cms	it	2	72	4	B	prod	desa
1951	IN Electrónica	Circuitos de radar y televisión. Proyecto aparato para el estudio de circuitos	it	4	8324	4	B	prod	desa
1951	IN Electrónica	Oscilador mariposa para emisiones perturbadoras	it	16	72	4	B	prod	desa
1951	IN Electrónica	Fuente de alimentación universal estabilizada. Proyecto	it	4	72	4	B	prod	desa
1951	IN Electrónica	Antena omnidireccional para la recepción de ondas militares	it	16	72	4	B	prod	desa
1951	IN Electrónica	Equipo de telefonía en infrarrojo con alcance de un Km	it	4	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Transformadores de impulsos	it	4	72	4	mejp<	prod	desa
1952	IN Electrónica	Eco artificial	it	4	72	4	estu	prod	apli
1952	IN Electrónica	Generador de impulsos	it	4	72	4	mejp<	prod	desa
1952	IN Electrónica	Dispositivo de alarma ante presencia de un blanco	it	16	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Antenas. Nuevo tipo de antenas para ondas centimétricas	it	4	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Tubos de rayos catódicos para radar	it	4	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Células fotoeléctricas sensibles al infrarrojo. Aplicables a telefonía, detección de calor	it	4	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Aparato para medidas de microondas	it	4	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Sistema para obtener numerosos canales	it	2	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Células de cesio o de antimonio fotoeléctricas para cine sonoro	it	4	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Transmisión multicanal de onda dirigida	it	2	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Indicador amigo-enemigo	it	16	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Tubos de rayos catódicos para oscilógrafos	it	2	8324	3	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Aparato para la explosión de espoletas de proyectiles radio	it	16	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Amplificador previo para las transmisiones de microondas y radar	it	4	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Sistema indicador de blancos móviles en el radar (MTI) por procedimiento Schäfer	it	16	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Sistema de dos canales, con sus llamadas incorporadas	it	2	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Tubos de rayos catódicos para televisión	it	4	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Sistema de telefonía superpuesta, de un canal con llamada propia por el mismo canal	it	2	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Inversor de banda o secráfono	it	4	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Radar para artillería de costa (alcance 70 Km en superficie)	it	16	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Radar. Amplificadores de frecuencia intermedia y video y control de frecuencia para radar	it	4	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Radar para control de aviones en el aterrizaje	it	16	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Dispositivo para búsqueda automática del radar	it	4	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Receptor de radar de 3cm	it	4	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Tubos de rayos catódicos de estructura metálica y pantalla de vidrio pegada con plástico	it	4	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Antenas. Diagramas de radiación y medidas de impedancia de varios tipos de antenas	it	4	72	4	manu	pct	divu
1952	IN Electrónica	Sincronoscopio	it	4	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Detector de emisiones de radar enemigo	it	16	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Sistema de telefonía superpuesta. Transmisiones telefónicas hasta 700 u 800 KM	it	2	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Transformador de imágenes para visión nocturna con rayos infrarrojos	it	4	72	23	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Filtros especiales infrarrojos (telefonía por infrarrojos)	it	16	72	4	B	prod	desa
1952	IN Electrónica	Modulador para magnetón 725-a	it	4	72	4	mejp-	prod	desa
1952	IN Electrónica	Radar-receptor. Puesta a punto de un receptor de radar	it	4	72	4	mejp-	prod	desa

1952	IN Electrónica	Juntas rotatorias	it	4	72	4	mejp-	prod	desa
1952	IN Electrónica	Circuitos de ondas. Proyecto, realización y calibrado de elementos de circuitos de ondas	it	4	72	4	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Células fotoeléctricas. Perfeccionamiento y fabricación en serie	it	4	383	3	comi	prod	desa
1953	IN Electrónica	Tubos de rayos catódicos. Fabricación de pequeñas series	it	16	72	4	comi	prod	desa
1953	IN Electrónica	Equipo para la medición de tubos oscilográficos y tubos de radar	it	4	8324	23	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Sistema de dos canales. Perfeccionamiento para la fabricación industrial	it	4	72	4	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Ampollas metálicas con pantallas pegadas con plásticos (Construcción de tubos catódicos) Silicona	it	2	383	3	B	proc	desa
1953	IN Electrónica	Inversores para usos militares. Canales múltiples de telefonía secreta	it	16	72	4	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Células SbCs partiendo de materiales nacionales	it	4	383	3	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Grupo fundamental y secundario del CCIF. Portadores y filtros	it	4	72	4	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Filtros para la técnica de ondas centimétricas y de una antena parabólica	it	4	72	4	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Amplificadores, osciladores y multivibradores (transistores)	it	4	72	4	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Tubos de rayos catódicos para radar	it	4	72	4	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Detector de calor	it	14	8324	23	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Sistema de vías moduladas para cables pupinizados. Perfeccionamiento para la fabricación industrial	it	4	72	4	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Emisor-receptor de 3 cm. Proyecto	it	4	72	4	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Radar GCA. Control de aterrizaje	it	4	72	4	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Monocromador para puesta a punto y medidas de las células PbS	it	14	8324	3	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Emisor-receptor de 8 cm. Proyecto	it	4	72	4	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Radar RXN-1, de 85 Km de radio de acción	it	2	72	4	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Telefonía por infrarrojos (Prototipo de 2 Km de alcance)	it	16	72	4	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Radar RXN-2. Artillería	it	16	72	4	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Colorantes para lograr la absorción mínima en las células PbS	it	2	8324	6	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Aparato explorador de radar	it	4	72	4	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Tubos de rayos catódicos. Materiales de construcción. Condicionantes semi-industriales	it	2	383	27	B	prod	desa
1953	IN Electrónica	Sistemas de nueve canales telegráficos	it	4	72	4	mejp-	prod	desa
1953	IN Electrónica	Sistema de cuatro canales	it	4	72	4	mejp-	prod	desa
1953	IN Electrónica	Amplificadores de hasta 30.000 Kc/s para sistema de cuatro canales telefónicos	it	4	72	4	mejp-	prod	desa
1946	IN Geofísica	Investigaciones sobre la influencia de la radiactividad (desarrollo embrionario de equinodermos)	cen	6	1	1	estu	pcl	basi
1946	IN Geofísica	Preparación y purificación de productos radiactivos, a partir de minerales españoles	cen	2b	2	2	meto	proc	apli
1946	IN Geofísica	Investigaciones sobre la influencia de la radiactividad (estañolocos y bacterias)	cen	6	1	1	estu	pcl	basi
1946	IN Geofísica	Contenido en radio de varias muestras de tierras de labor	cen	14	1	1	anal	pcl	apli
1947	IN Geofísica	Investigaciones hidrológicas (métodos sísmicos y eléctricos)	it	6	5	32	anal	pcl	apli
1949	INR Trabajo	OCT. Ensayos en fábricas de organización científica del trabajo	cs	12	8324	34	estu	pcl	apli
1949	INR Trabajo	Residuos orgánicos. Aprovechamiento de basuras en Madrid	it	2r	351	32	resi-	proc	desa
1949	INR Trabajo	Residuos orgánicos. Aprovechamiento del germen de arroz	cen	1	31	24	mejp-	prod	desa
1949	INR Trabajo	Normalizaciones	it	12	8324	34	acom	pcl	desa
1949	INR Trabajo	Residuos industriales. Hidrofluosilicato (residuo de superfosfatos) en esmaltado de porcelanas	it	2r	36	6	resi-	prod	desa
1949	INR Trabajo	Residuos industriales. Recuperación de metales de la escoria ferroviaria. Estudio de rentabilidad	it	2r	353	8	resi-	proc	apli
1950	INR Trabajo	Control estadístico de calidad (Organización científica del Trabajo)	cs	12	8324	34	estu	pcl	apli
1950	INR Trabajo	Residuos industriales. Recuperación de la energía del vapor en la industria química	it	2r	351	32	meif-	proc	desa
1950	INR Trabajo	Residuos orgánicos. Aprovechamiento de los subproductos de la carne	it	2r	31	24	resi-	proc	desa
1950	INR Trabajo	Residuos orgánicos. Aprovechamiento del germen del trigo	cen	1	31	24	resi-	proc	desa
1950	INR Trabajo	Residuos orgánicos. Aprovechamiento de subproductos de aceites y grasas	it	2r	351	24	resi-	proc	desa
1950	INR Trabajo	OCT. Movimientos y tiempos de trabajo (Organización científica del Trabajo)	cs	12	8324	34	estu	pcl	divu
1950	INR Trabajo	Residuos industriales. Empleo de cripton en las lámparas de fluorescencia	it	2r	383	27	resi-	proc	desa
1950	INR Trabajo	Residuos orgánicos. Recuperación de basuras de poblaciones	it	2r	351	32	resi-	proc	desa
1950	INR Trabajo	Residuos industriales. Aprovechamiento de las piritas procedentes de la fabricación de ácido sulfúrico	it	2r	351	6	resi-	proc	desa

1950	INR Trabajo	Residuos industriales. Residuos de la purificación de gases en las fábricas de superfosfatos	it	2r	351	6	resi-	proc	desa
1951	INR Trabajo	Control estadístico de calidad	cs	12	8324	34	cont	pct	desa
1951	INR Trabajo	Residuos industriales. Empleo de cripton en lámparas de vapor de sodio y de incandescencia	it	2r	383	27	resi-	proc	desa
1951	INR Trabajo	Residuos orgánicos. Recuperación de basuras de población	it	2r	351	32	resi-	proc	desa
1951	INR Trabajo	Residuos orgánicos. Aprovechamiento de los subproductos y residuos de carnes	it	2r	31	24	resi-	proc	desa
1951	INR Trabajo	Residuos industriales. Utilización del CO2 de los humos	it	6	351	32	resi-	proc	desa
1951	INR Trabajo	610 normas de calidad	cs	12	8324	34	acom	pct	divu
1951	INR Trabajo	OCT. Movimientos y tiempos de trabajo	cs	12	8324	34	estu	pct	divu
1951	INR Trabajo	Residuos industriales. Recuperación de escorias de la RENFE	it	2r	72	8	resi-	proc	desa
1946	ITC Edificación	Residuos industriales. Residuos de la purificación de gases de fábricas de superfosfatos	it	2r	351	6	resi-	proc	desa
1946	ITC Edificación	Estudio elástico de barra soldada a placa semi-indefinida (de investigaciones de presas pretensadas)	it	5	5	15	mejp-	proc	apli
1946	ITC Edificación	Cubiertas poliédricas delgadas	it	5	5	33	estu	prod	apli
1946	ITC Edificación	Construcción. Fórmulas prácticas para cálculo de constantes de arco.	it	5	5	33	manu	prod	desa
1946	ITC Edificación	Vigas de gran altura en relación con la luz	it	5	5	15	B	proc	apli
1946	ITC Edificación	Estudio elástico de laja semi-indefinida (dentro de investigaciones de presas pretensadas)	it	5	5	27	mejp-	proc	apli
1947	ITC Edificación	Hormigón. Datos sobre productos españoles utilizables en hormigón armado (presas y pavimentos)	it	2	5	27	info	prod	desa
1948	ITC Edificación	Construcción. Normalización de puertas y ventanas	it	12	5	33	acom	pct	desa
1948	ITC Edificación	Construcción. Sistemas de cálculo de placas rectangulares	it	5	5	33	acom	pct	desa
1948	ITC Edificación	Cemento. Finura de molido y su influencia en las características del portland y cementos	it	2	36	27	meif-	proc	desa
1948	ITC Edificación	Construcción. Coeficiente de seguridad	it	5	5	33	estu	pct	apli
1948	ITC Edificación	Hormigón. Cálculo y construcción de láminas cilíndricas de hormigón armado	it	5	5	27	acom	proc	divu
1948	ITC Edificación	Empujes de áridos con cohesión	it	5	5	33	info	proc	apli
1948	ITC Edificación	Encofrados. Empleo de encofrados	it	5	5	27	info	proc	divu
1948	ITC Edificación	Dosificación de áridos procedentes del machaqueo de pizarra	it	2	5	27	anal	proc	apli
1948	ITC Edificación	Construcción. Sistemas de calefacción en edificios	it	5	5	33	info	proc	apli
1948	ITC Edificación	Construcción. Costes de producción en la construcción	cs	5	5	33	info	proc	apli
1948	ITC Edificación	Cemento. Influencia de la magnesia en los cementos	it	2	36	27	anal	proc	apli
1948	ITC Edificación	Fraguado. Acción del yeso y el cemento en la regulación del fraguado	it	2	5	27	anal	proc	apli
1949	ITC Edificación	Hormigón. Hormigón pretensado	it	5	5	27	anal	pct	apli
1949	ITC Edificación	Cemento. Finura de molido y su influencia en las características del Portland	it	2	5	27	anal	proc	apli
1949	ITC Edificación	Fraguado. Acción del yeso en la regulación del fraguado	it	2	5	27	info	proc	apli
1949	ITC Edificación	Construcción. Técnica de calefacción y edificación	it	5	5	33	info	proc	desa
1949	ITC Edificación	Hormigón. Cálculo de estructuras hiperestáticas (aplicaciones de hormigón armado)	it	5	5	33	acom	proc	desa
1949	ITC Edificación	Sobrecargas equivalentes (cálculos para ferrocarriles y carreteras con confección de ábacos)	it	5	5	23	manu	prod	desa
1949	ITC Edificación	Cemento. Influencia de la magnesia en los cementos	it	2	36	27	estu	proc	apli
1949	ITC Edificación	Construcción. Coeficientes de seguridad (desarrollo matemático y comprobación experimental)	it	2	5	33	manu	pct	desa
1950	ITC Edificación	Encofrados en la edificación	it	5	5	33	info	proc	apli
1950	ITC Edificación	Construcción. Estudio estadístico de los costes de construcción	it	5	5	33	info	proc	apli
1950	ITC Edificación	Sobrecarga equivalente en ferrocarriles	it	5	5	23	manu	prod	desa
1950	ITC Edificación	Fraguado. Acción del yeso en la regulación del fraguado	it	5	5	27	info	proc	apli
1950	ITC Edificación	Construcción. Coeficiente de seguridad en distintas obras	it	5	5	33	manu	prod	desa
1950	ITC Edificación	Aglomerantes. Técnicas originales aplicables a la alta investigación de los aglomerantes	it	5	5	27	meto	proc	apli
1950	ITC Edificación	Hormigón. Hormigón pretensado	it	5	5	27	info	pct	apli
1950	ITC Edificación	Cemento. Influencia de la magnesia en los cementos	it	2	36	27	estu	proc	apli
1950	ITC Edificación	Cemento. Fabricación de cementos	it	2	36	27	info	proc	apli
1950	ITC Edificación	Fraguado. Sistemas para el estudio del fraguado y endurecimiento de los aglomerantes hidráulicos	it	5	5	27	meto	proc	desa
1950	ITC Edificación	Fraguado. Estudio del calor del fraguado en cementos Portland	it	5	5	27	anal	proc	apli
1950	ITC Edificación	Cemento. Finura del molido y su influencia en las características del portland	it	2	36	27	anal	proc	apli

1950	ITC Edificación	Iluminación artificial en edificios y carreteras	it	5	5	33	mej-	prod	desa
1950	ITC Edificación	Cemento. Estudio de los carbonos españoles empleados en la fabricación de cemento	it	2	36	27	mej-	proc	desa
1950	ITC Edificación	Clinker. Contribución al estudio de la estructura y composición del clinker	it	5	5	33	info	proc	desa
1950	ITC Edificación	Puzolanas. Estudio de las puzolanas españolas	it	2b	36	27	anal	pct	apli
1950	ITC Edificación	Construcción. Economías técnicas en pequeñas edificaciones. Viviendas económicas	it	5	5	33	meto	proc	desa
1950	ITC Edificación	Escorias. Estudio de las escorias españolas	it	2r	36	27	resi-	prod	desa
1951	ITC Edificación	Puzolanas. Utilización de puzolanas nacionales	it	2	36	27	mej-	pct	desa
1951	ITC Edificación	Construcción. Estudios sobre economía de calefacción	it	2	5	33	info	pct	desa
1951	ITC Edificación	Hormigón. Agresivos del hormigón (humos) en depósitos de carburante, túneles y obras públicas	it	5	5	27	cont	pct	desa
1951	ITC Edificación	Hormigón. Aplicaciones del cemento en hormigones de bajo peso específico (piezas premoldeadas)	it	2	5	33	info	prod	desa
1951	ITC Edificación	Cemento. Ensayos de finura del cemento	it	2	36	27	anal	proc	desa
1951	ITC Edificación	Clinker. Mejoras en el proceso de formación del clinker	it	2	5	27	mej-	proc	desa
1951	ITC Edificación	Hornos de fabricación de cemento. Mejoras	it	2	36	15	mej-	proc	desa
1951	ITC Edificación	Fraguado. Resistividad, conductividad, presión y temperatura de pastas durante el fraguado	it	2	36	27	mej-	proc	desa
1951	ITC Edificación	Cerámicas. Posibles mejoras de la fabricación tradicional de materiales cerámicos	it	2	36	27	info	proc	desa
1951	ITC Edificación	Hormigón. Sistemas de cálculo de elementos de hormigón	it	2	5	33	manu	pct	desa
1951	ITC Edificación	Cemento. Mejoras en los procesos de molienda de cementos	it	2	36	15	mej-	proc	desa
1951	ITC Edificación	Escorias. Propiedades de las escorias para utilizarse en hormigones y cementos	it	2r	36	27	resi-	proc	desa
1951	ITC Edificación	Construcción. Estudios de edificaciones modestas - Proyecto industrializable de viviendas	it	5	5	33	B	prod	desa
1952	ITC Edificación	Construcción. Tablas para el cálculo de puentes de arco, y aglomerantes	it	5	8324	33	manu	pct	desa
1952	ITC Edificación	Construcción. Cálculo de costes de las obras	it	5	5	33	info	proc	desa
1952	ITC Edificación	Cemento y sus aplicaciones	it	5	5	27	anal	proc	desa
1952	ITC Edificación	Construcción. Técnica de edificación, iluminación, calefacción y materiales de construcción	it	5	5	33	anal	proc	desa
1952	ITC Edificación	Construcción. Estudio de edificaciones modestas	it	5	5	33	meto	pct	desa
1953	ITC Edificación	Cemento. Influencia en el comportamiento de los cementos de la magnesia	it	2	36	27	estu	pct	apli
1953	ITC Edificación	Cemento. Nuevos componentes y posibles agregados del cemento	it	2	5	27	info	pct	desa
1953	ITC Edificación	Cemento. Influencia de la presencia de sulfato cálcico sobre el fraguado de cemento	it	2	36	27	info	pct	desa
1953	ITC Edificación	Tratado de normografía	it	5	8324	33	estu	pct	apli
1953	ITC Edificación	Cemento. Influencia de la finura del cemento en sus propiedades	it	2	36	27	info	pct	desa
1953	ITC Edificación	Cemento. Propiedades dieléctricas de los componentes del cemento	it	2	8324	27	info	pct	desa
1953	ITC Edificación	Escorias. Métodos de selección de escorias y aditivos de los cementos	it	2r	5	27	info	pct	desa
1953	ITC Edificación	Cemento. Finura del molido y su influencia en las características del Portland	it	2	36	27	info	pct	desa
1953	ITC Edificación	Hormigón. Defensa de ataques de agentes exteriores sobre el hormigón	it	5	5	27	info	pct	desa
1953	ITC Edificación	Hormigón. Estudios sobre instrucciones, reología y pretensados de hormigón armado	it	5	8324	33	estu	pct	desa
1953	ITC Edificación	Fraguado. Acción del yeso en la regulación del fraguado	it	5	5	27	info	pct	desa
1953	ITC Edificación	Construcción. Recopilación de datos y estadísticas de precios de coste de producción	it	5	8324	33	info	pct	desa
1953	ITC Edificación	Fraguado. Estudio del calor del fraguado en los cementos Portland	it	5	5	27	info	pct	desa
1953	ITC Edificación	Construcción. Calefacción en viviendas económicas	it	5	5	33	info	proc	desa
1953	ITC Edificación	Alumbrado de obras públicas	it	5	5	33	info	proc	desa
1953	ITC Edificación	Fraguado. Fenómenos de fraguado	it	5	8324	33	info	pct	desa
1953	ITC Edificación	Yeso. Aprovechamiento de subproductos (escorias) e incorporación de derivados del yeso	it	2r	5	27	B	proc	desa
1953	ITC Edificación	Aire acondicionado. Diseños de instalaciones de aire acondicionado	it	5	5	33	mej<	pct	desa
1953	ITC Edificación	Aglomerantes. Estudios físico-químicos sobre aglomerantes	it	2	5	27	B	pct	desa
1953	ITC Edificación	Construcción. Edificación de viviendas modestas	it	5	5	33	meto	prod	desa
1953	ITC Edificación	Hormigón. Obtención de hormigones ligeros	it	2	5	27	meto	proc	desa
1953	ITC Edificación	Cemento. Nuevas aplicaciones del cemento (prefabricados, piezas en serie de forjado)	it	5	5	33	B	prod	desa
1953	ITC Edificación	Refractarios en hornos de cemento	it	2	36	27	mej<	prod	desa
1946	Laffón-Selgás	Sistemas de impresión de sonido S-L. Mejoras	it	2	72	4	mej-	prod	desa

1946	Laffón-Selgás	Lectores fotoeléctricos para sonido impresionado sobre película cinematográfica	it	2	72	4	B	prod	desa
1946	Laffón-Selgás	Fotómetro para aparato de impresión fotoeléctrica de sonido sistema L-S	it	2	72	4	mej-	prod	desa
1946	Laffón-Selgás	Micrófono de bobina móvil	it	2	72	4	B	prod	desa
1946	Laffón-Selgás	Sistemas ópticos S-L. Mejoras	it	2	72	4	mej-	prod	desa
1947	Laffón-Selgás	Aparato para impresión fotoeléctrica del sonido y su lectura por reflexión.	it	2	383	4	B	prod	desa
1947	Laffón-Selgás	Micrófono de bobina móvil	it	2	72	4	B	prod	desa
1948	Laffón-Selgás	Galvanómetro de refracción de la luz para impresiones fotoeléctricas de sonido. Mejoras ulteriores	it	2	72	4	B	prod	desa
1948	Laffón-Selgás	Micrófono de bobina móvil	it	2	72	4	B	prod	desa
1948	Laffón-Selgás	Constantes físicas de hilos de seda y disminución de su higroscopicidad	cen	2	32	25	mej-	proc	apli
1949	Laffón-Selgás	Transformadores de audiofrecuencia	it	4	72	4	B	prod	desa
1949	Laffón-Selgás	Círculo magnético para oscilógrafos inductivos para evitar pérdidas por corrientes de Foucault	it	2	72	4	B	prod	desa
1949	Laffón-Selgás	Frecuencímetro registrador para variaciones de las sístoles del corazón. Prototipo	it	2	383	23	B	prod	desa
1950	Laffón-Selgás	Oscilógrafo para registro de sonido. Perfeccionamiento	it	4	72	4	B	prod	desa
1950	Laffón-Selgás	Transformadores de udiofrecuencia	it	4	72	4	B	prod	desa
1950	Laffón-Selgás	Alimentador de alta tensión para amplificadores de audiofrecuencia	it	4	72	4	B	prod	desa
1950	Laffón-Selgás	Película magnética. Ensayos de registro de sonido con película magnética	it	4	72	4	B	proc	desa
1951	Laffón-Selgás	Mecanismo para el perfeccionamiento de los oscilógrafos	it	2	72	4	mej-	prod	desa
1951	Laffón-Selgás	Oscilógrafos. Método para corregir efectos de disimetría del campo magnético de los oscilógrafos	it	2	72	4	mej-	proc	desa
1951	Laffón-Selgás	Mecanismos de arrastre para impresión magnética del sonido sobre película cinematográfica	it	2	72	4	mej-	prod	desa
1951	Laffón-Selgás	Mesa de mezclas de sonido de seis canales de entrada	it	2	72	4	B	prod	desa
1951	Laffón-Selgás	Pre-amplificador ecualizador de audiofrecuencia	it	2	72	4	B	prod	desa
1951	Laffón-Selgás	Cabezas para registro magnético del sonido	it	2	72	4	B	prod	desa
1952	Laffón-Selgás	Sistema electro-mecánico para arranque y parada	it	2	383	3	mej-	prod	desa
1952	Laffón-Selgás	Sistema de registro magnetofónico	it	2	72	4	B	prod	desa
1953	Laffón-Selgás	Sistemas de arrastre de la película	it	4	72	4	B	prod	desa
1953	Laffón-Selgás	Cabezas magnéticas para película. Prototipos	it	4	72	4	B	prod	desa
1953	Laffón-Selgás	Registro magnético del sonido sobre película.	it	4	72	4	B	prod	desa
1947	S Fermentaciones	Hidrólisis. Instalación piloto de nuevos métodos de hidrólisis de carozos y cañas, mostos	it	2r	31	24	B	proc	desa
1947	S Fermentaciones	Acido cítrico. Fabricación	cen	2	31	24	B	prod	desa
1947	S Fermentaciones	Fermentación glicérica de azúcares con los hidrolizados de residuos vegetales	cen	2r	31	24	mej-	proc	desa
1947	S Fermentaciones	Aprovechamiento de cortezas, pulpas y jugos residuales de naranjas (piensos, furfural y alcohol)	cen	2r	31	24	mej-	proc	desa
1947	S Fermentaciones	Fermentaciones. Producción fermentativa, bacteriana de 2-3 butilenglicol y butadieno.	cen	2	31	24	B	prod	desa
1948	S Fermentaciones	Fermentaciones. Materias primas para obtener substratos industriales-levaduras alimenticias-	cen	2r	31	24	B	prod	desa
1948	S Fermentaciones	Lactobacterias para aplicaciones industriales	ca	2	31	24	mej-	proc	desa
1948	S Fermentaciones	Obtención industrial de 2-3 butilglicol	it	2	31	24	meto	proc	desa
1948	S Fermentaciones	Levaduras alimenticias sobre substratos (mostos residuales de agrios, carozos etc)	cen	2r	31	24	resi	proc	desa
1948	S Fermentaciones	Levaduras. Sacarificación de sarmientos y orujos, fabricación de levaduras	cen	2r	31	24	resi	proc	desa
1948	S Fermentaciones	Fermentación de mostos por sistema "Viñeras" con aprovechamiento del gas carbónico producido	cen	2r	31	24	mej-	proc	desa
1948	S Fermentaciones	Fermentación cítrica	cen	2	351	24	B	proc	desa
1949	S Fermentaciones	Colecciones de microorganismos con aplicaciones industriales	cen	2	31	24	B	pcí	desa
1949	S Fermentaciones	Fermentación cítrica a escala industrial	it	2	31	24	meto	proc	desa
1949	S Fermentaciones	Levaduras alimenticias a partir de gamones y pajas. Fabricación	cen	1	31	24	resi	prod	apli
1949	S Fermentaciones	Desulfitación de mostos de uva azufrados y fermentación con levaduras puras	cen	1	351	24	resi	prod	apli
1949	S Fermentaciones	Levaduras. Substratos materias primas apropiados para fermentaciones (levaduras presadas)	cen	1	351	24	resi	prod	apli
1949	S Fermentaciones	Metano por fermentación de estiércoles y residuos vegetales (combustibles por vía microbiana)	it	2r	351	6	estu	proc	apli
1950	S Fermentaciones	Desulfitación de mostos y estudio físico-químico de mostos sulfitados. Nuevo método	cen	2	31	24	mej-	proc	desa
1950	S Fermentaciones	Desulfitación por el método C. Mestre de levaduras	cen	2	31	24	mej-	proc	desa
1950	S Fermentaciones	Fermentaciones. Materias primas nacionales económicamente utilizables (obtención de substratos)	cen	2r	31	24	resi	proc	desa



1950	S Fermentaciones	Levaduras alimenticias a partir de carozo de maíz, esparto y bagazo de caña de azúcar	cen	2r	31	24	resi-	prod	desa
1951	S Fermentaciones	Vinos. Oxidación y reducción de vinos	cen	2	31	24	mej-p	proc	desa
1951	S Fermentaciones	Fermentaciones continuas por el método Vinarias. Perfeccionamiento de elaboración de vinos	it	2	31	24	mej-p	proc	desa
1951	S Fermentaciones	Levaduras. Utilización del sistema Waldhof en la manipulación de levaduras alimenticias	it	2	351	24	mej-f	proc	desa
1951	S Fermentaciones	Fermentaciones. Materias primas económicamente utilizables para la obtención de substratos	cen	2r	31	24	resi-	prod	desa
1951	S Fermentaciones	Levaduras. Utilización del tojo como materia prima para la fabricación de levaduras alimenticias	cen	2r	351	24	resi-	prod	desa
1951	S Fermentaciones	Fermentación cítrica a partir de melazas	cen	2	351	6	resi-	prod	desa
1951	S Fermentaciones	Cereales. Factores de crecimiento en las sustancias solubles de los granos de cereales	cen	2	351	6	resi-	prod	desa
1951	S Fermentaciones	Matorral. Posible aprovechamiento total del matorral	ca	1	1	28	resi<	prod	desa
1951	S Fermentaciones	Furfural. Utilización de sarmientos y monte bajo para la obtención de furfural	it	2r	351	6	resi<	prod	desa
1951	S Fermentaciones	Algarroba. Polvo de algarroba como materia prima de fermentaciones	cen	1	351	6	resi<	prod	desa
1951	S Fermentaciones	Aprovechamiento de las tortas de extracción de aceite de soja para productos alimenticios y fármaco	it	2r	31	24	resi-	prod	desa
1952	S Fermentaciones	Levaduras. Utilización del tojo para fabricar levaduras alimenticias y substrato	cen	2r	351	24	mej-p	proc	desa
1952	S Fermentaciones	Acido láctico. Nuevo método para la valoración del ácido láctico en vinos	cen	2	8324	6	mej-f	proc	desa
1952	S Fermentaciones	Desulfatización. Transformación por desulfatización de mostos en vinos	cen	2r	31	24	mej-f	proc	desa
1952	S Fermentaciones	Fermentación cítrica	cen	2	351	24	estu	pct	apli
1952	S Fermentaciones	Prehidrolizados de carrozos de maíz	cen	2	351	6	resi<	proc	desa
1952	S Fermentaciones	Cereales. Factores de crecimiento en las sustancias solubles de cebada cervecera	cen	2	351	6	resi<	prod	desa
1952	S Fermentaciones	Garrofin. Aminoácidos a partir de gérmenes de garrofin	cen	2	351	6	resi<	proc	desa
1952	S Fermentaciones	Aprovechamiento como materia fermentiva del matorral (cascojo, romero, tojo, tomillo boj y brezo)	cen	2r	351	6	resi<	proc	desa
1952	S Fermentaciones	Aprovechamiento del triturado fino de algarroba para zumos azucarados para fermentaciones	cen	2r	351	6	resi<	proc	desa
1953	S Fermentaciones	Vinos. Química enológica. Activadores de la fermentación, determinación de ácidos	cen	2	31	6	mej-p	proc	desa
1953	S Fermentaciones	Vinos. Potenciales redox. Dispositivos para mediadas de los vinos españoles	it	2	31	6	mej-p	proc	desa
1953	S Fermentaciones	Cereales. Factores de crecimiento contenidos en las sustancias de cereales	cen	2	351	6	B	proc	desa
1953	S Fermentaciones	Garrofin. Obtención de aminoácidos a partir de germen de garrofin	cen	2r	351	6	resi-	proc	desa
1953	S Fermentaciones	Acido itacónico	cen	2	351	6	B	prod	desa
1953	S Fermentaciones	Levaduras. Síntesis biológica grasas. Obtención de grasas en cultivos sumergidos empleando levadura	cen	2	351	6	B	proc	desa
1953	S Fermentaciones	Fermentación cítrica. Selección de nuevas cepas	cen	2	351	6	B	proc	desa
1947	T Subvencionados	Dinámica de suelos	ca	1	1	19	info	prod	apli
1947	T Subvencionados	Plagas de insectos en viveros forestales	ca	1	1	1	estu	pct	basi
1948	T Subvencionados	Bentonitas. Características y aplicaciones (decolorante, detergente y base insecticida)	it	2	351	6	mej-p	prod	desa
1948	T Subvencionados	Plagas de insectos en los viveros forestales	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1948	T Subvencionados	Furfural. Materias primas nacionales (cáscaras de semillas) para la fabricación de furfural	it	2r	351	6	resi	prod	desa
1948	T Subvencionados	Furano. Fitohormonas. Sustancias de crecimiento para plantas a partir de furano	cen	2	1	6	B	prod	desa
1948	T Subvencionados	Dinámica de suelos	ca	1	1	19	mej-f	prod	desa
1948	T Subvencionados	Vidrio. Eliminación de hierro en arenas destinadas a la fabricación de vidrio	it	2	36	27	mej-f	proc	desa
1948	T Subvencionados	Proyector oftalmológico	it	2	385	23	mej-p	prod	desa
1948	T Subvencionados	Cerámica de la estealita	it	2	36	3	mej-p	prod	desa
1948	T Subvencionados	Objetivos de microscopio, de espectro secundario y de proyección	it	2	36	23	mej-p	prod	desa
1949	T Subvencionados	Plagas forestales. Cultivo de parásitos contra plagas y uso de insecticidas	ca	1	1	6	B	proc	desa
1949	T Subvencionados	Agrios. Investigaciones sobre agrios (melazas de piensos y aceites de semillas de naranjas)	cen	2r	31	6	resi-	proc	desa
1949	T Subvencionados	Vidrio. Eliminación de hierro en arenas destinadas a la fabricación de vidrio	it	2	36	27	meto	proc	desa
1949	T Subvencionados	Cerámica de la estealita. Fabricación de dieléctricos, soportes de antenas y lámparas, condensadores	it	2	36	3	mej-p	prod	desa
1949	T Subvencionados	Dinámica de suelos	ca	1	1	19	B	prod	desa
1949	T Subvencionados	Estaciones de lisímetros. Necesidades de dotaciones de riego en cultivos	ca	1	1	1	B	pct	desa
1949	T Subvencionados	Obtención del caucho y gutapercha vegetal, a partir de plantaciones nacionales.	ca	2r	355	26	mej-p	proc	desa
1949	T Subvencionados	Cálculos y proyectos ópticos. Proyector oftalmológico	it	2	385	23	B	prod	desa
1949	T Subvencionados	Bentonitas. Acción de ácidos fuertes sobre silicatos. Decolorantes para lubricantes	it	2	351	6	mej-p	prod	desa

1950	T Subvencionados	Acido biliar. Método de separación e indentificación de los ácidos biliares de la bilis de atún	cen	1	8324	1	estu	proc	apli
1950	T Subvencionados	Ictiología marina	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1950	T Subvencionados	Plagas forestales	ca	1	1	1	anal	proc	apli
1950	T Subvencionados	Beneficio de minerales pobres de uranio y torio por flotación	it	2b	2	27	meto	proc	desa
1950	T Subvencionados	Frutos secos. Estudio químico bromatológico de los frutos secos	cen	2	31	24	anal	pct	apli
1950	T Subvencionados	Química del corcho	cen	2	351	6	mej-p	proc	desa
1950	T Subvencionados	Hilos. Influencia de la textura y diversos ligamentos sobre la resistencia de los hilos ya tejidos	it	2	32	25	acom	proc	desa
1950	T Subvencionados	Furano. Actividad fitohormonal de derivados del furano	it	2	1	6	anal	proc	desa
1950	T Subvencionados	Obtención de caucho y gutapercha vegetal	ca	2r	355	26	mej-p	proc	desa
1951	T Subvencionados	Hilos. Determinación de las torsiones en hilos de lana escardada y de estambre	it	2	32	25	acom	proc	desa
1951	T Subvencionados	Normalización de la pureza de productos químicos y sustancias patrones empleados en análisis	it	12	8324	6	acom	pct	desa
1951	T Subvencionados	Barnices. Contribución al estudio analítico del vehículo en los barnices modernos	it	2	351	6	mej-f	proc	desa
1951	T Subvencionados	Obtención de caucho y gutapercha vegetal a partir de plantas autóctonas	ca	2r	355	26	mej-p	proc	desa
1951	T Subvencionados	Hilos. Influencia de la torsión sobre la regularidad de los hilos (regularímetro Barella)	it	2	32	23	mej-p	proc	desa
1951	T Subvencionados	Química del corcho. Obtención de ácidos floiónico y floionólico	cen	2	351	6	B	prod	desa
1951	T Subvencionados	Vidrio. Eliminación de hierro en arenas para fabricación de vidrio	it	2	36	27	mej-f	proc	desa
1951	T Subvencionados	Química de la flora canaria (alcaloides y látex)	cen	1	351	26	mej-f	proc	desa
1951	T Subvencionados	Estudio tectónico del reborde meridional de la cuenca carbonífera asturiana	cen	2b	8324	2	estu	pct	apli
1951	T Subvencionados	Plagas forestales. Ensayos con DDT	it	1	1	6	mej-p	proc	desa
1951	T Subvencionados	Ictiología marina	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1951	T Subvencionados	Frutos secos. Estudio químico bromatológico de los frutos secos españoles	cen	2	31	24	mej-p	pct	apli
1951	T Subvencionados	Hilos. Influencia de la textura de diversos ligamentos sobre la resistencia de los hilos ya tejidos	it	2	32	25	anal	proc	desa
1951	T Subvencionados	Beneficio de minerales pobres de uranio y torio por flotación	it	2b	2	27	mej-f	proc	desa
1951	T Subvencionados	Equipo de distribución aérea de suspensiones de DDT en agua sobre masas forestales	it	1	1	19	B	prod	desa
1951	T Subvencionados	Furano. Actividad fitohormonal de derivados del furano	it	2	1	6	mej-p	prod	desa
1952	T Subvencionados	Química de la flora canaria, látex y alcaloides	cen	1	351	26	mej-p	prod	desa
1952	T Subvencionados	Obtención de caucho y gutapercha vegetal	ca	2r	355	26	mej-p	proc	desa
1952	T Subvencionados	Barnices. Contribución al análisis de vehículo en los barnices modernos	it	2	351	6	mej-f	proc	desa
1952	T Subvencionados	Frutos secos. Estudio químico bromatológico de los frutos secos españoles	cen	2	31	24	anal	pct	apli
1952	T Subvencionados	Química del corcho	cen	2	351	6	mej-p	prod	desa
1952	T Subvencionados	Normalización de la pureza de productos químicos y sustancias patrones empleadas en análisis	it	12	8324	6	acom	pct	desa
1952	T Subvencionados	Plagas forestales, utilización de virus contra insectos	ca	1	1	1	B	proc	apli
1952	T Subvencionados	Ictiología marina, estudios de capturas	ca	1	1	1	info	pct	divu
1952	T Subvencionados	Glicerina. Síntesis de glicerina con materias primas nacionales	it	2r	351	6	resi-	proc	desa
1952	T Subvencionados	Conservas de frutos	it	2	31	24	resi-	proc	desa
1952	T Subvencionados	Hilos. Experiencias desarrolladas con el regularímetro. Torsión de cohesión y regularidad	it	2	32	23	B	prod	desa
1952	T Subvencionados	Producción de anhídrido sulfuroso puro mediante la técnica de polvo fluidificado	it	2	351	6	B	proc	desa
1953	T Subvencionados	Ictiología Marina.	ca	1	1	1	estu	pct	apli
1953	T Subvencionados	Plagas forestales. Lucha biológica contra plagas de orugas	ca	1	1	1	B	proc	apli
1953	T Subvencionados	Estudio experimental y factorial de la aptitud mecánica.	cs	12	8324	34	estu	pct	apli
1953	T Subvencionados	Normalización de la pureza de productos químicos y sustancias patrones empleados en análisis	it	12	8324	6	acom	pct	desa
1953	T Subvencionados	Frutos secos. Estudio químico bromatológico de las frutos secos españoles	cen	2	31	24	mej-f	pct	apli
1953	T Subvencionados	Conservas de frutas. Preparación para la conservación y aprovechamiento de residuos para piensos	it	2	31	24	resi-	proc	desa
1953	T Subvencionados	Hilos. Regularidad y estructura de los hilos y los tejidos	it	2	32	25	mej-f	proc	desa
1953	T Subvencionados	Colorantes. Igualación de los colorantes directos sobre fibras de algodón	it	2	32	6	mej-p	proc	desa
1953	T Subvencionados	Esteroides. Fuentes nacionales de esteroides (bilis de cerdo, grasas de lana)	it	2	351	6	mej-p	prod	desa
1953	T Subvencionados	Química del corcho	cen	2	351	6	mej-p	prod	desa
1953	T Subvencionados	Barnices y pinturas.	it	2	351	6	mej-p	proc	desa

1953	T Subvencionados	Oblención de caucho y gutapercha vegetal a partir de plantas nacionales o clones	ca	2r	355	26	mej<	proc	desa
1953	T Subvencionados	La técnica del polvo fluidificado para la práctica de reacciones heterogéneas	it	2	351	6	mej<	proc	desa
1953	T Subvencionados	Hilos. Relaciones entre densidad, número del hilo y ligamento en la fabricación de tejidos	it	2	32	25	mej<	proc	desa
1953	T Subvencionados	Química de la flora canaria. Látex y alcaloides	cen	2r	351	26	mej<	pct	desa

## Apéndice estadístico.

Cuadros referidos a la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas

- Los cuadros cuyas cifras están dadas en pts. constantes tienen el año 1932 como índice 100<sup>765</sup>.

CUADRO - FNICER 1.			
Ingresos, gastos y remanentes de la FNICER (1932-1935)			
	Total Gastos	Total Ingresos	Remanentes
1.932		400.000	
1.933	77.437	599.374	400.000
1.934	329.474	717.000	921.937
1.935			1.309.463
Pts. corrientes			
	Total Gastos	Total Ingresos	Remanentes
1.932		400.000	
1.933	81.048	627.328	418.655
1.934	337.882	735.297	945.464
1.935			1.313.263
Pts. constantes (1932=100)			
Fuente: FNICER, 1935.			

CUADRO - FNICER 2.				
Gastos realizados por la FNICER (1934 y 1935). División por centros. (pts. constantes 1932 = 100).				
INSTITUTOS	1933 (pts. corrientes)	1934 (pts. corrientes)	1933 (pts. constantes)	1934 (pts. constantes)
CIV	22.589	36.097	23.622	37.018
I Cajal	3.333	23.852	3.489	24.461
Oficina central	2.170	4.594	2.271	4.711
Exp. Amazonas	49.364		51.668	
LT Quevedo		96.695		99.163
IEIE		60.589		62.135
S Matemático		6.247		6.407
Asc. Estratosfera		100.000		102.552
LQO Salamanca		1.400		1.436
TOTALES	77.437	329.474	81.048	337.882
Fuente: FNICER, 1935.				

<sup>765</sup> Para la conversión a pts. constantes se ha seguido el índice general de precios al por mayor simple 1588 —Maluquer de Motes (1989), p. 521—.

Cuadros referidos a la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas y al Patronato "Juan de la Cierva" para el primer lustro de su actividad.

- Los cuadros cuyas cifras están dadas en pts. constantes tienen el año 1932 como índice 100<sup>766</sup>.

CUADRO - FNICER-PJC 1.			
Gastos de la FNICER y el Patronato "Juan de la Cierva", 1933-1945 (Pts. corrientes).			
Años	Investigadores	Material	Gasto total
1.933	22.817	2.360	77.437
1.934	113.474	36.669	329.474
1.935			
1.936			
1.937			
1.938			
1.939			
1.940	65.925	79.970	182.526
1.941	154.813	273.951	533.070
1.942	268.035	456.074	944.317
1.943	357.516	493.567	1.134.973
1.944	475.882	307.287	1.247.433
1.945	473.790	258.779	1.304.904
Fuente: FNICER, 1935 y CSIC, 1942-1949.			

<sup>766</sup> Para la conversión a pts. constantes se ha seguido el índice general de precios al por mayor simple 1588 —Maluquer de Motes (1989), p. 521—.

CUADRO - FNICER-PJC 2.			
Gastos de la FNICER y el Patronato "Juan de la Cierva", 1933-1945 (Pts. constantes).			
Años	Investigadores	Material	Gasto total
1.933	23.881	2.470	81.048
1.934	116.370	37.605	337.882
1.935			
1.936			
1.937			
1.938			
1.939			
1.940	39.000	47.309	107.978
1.941	76.433	135.254	263.184
1.942	115.965	197.320	408.558
1.943	135.094	186.504	428.872
1.944	167.003	107.837	437.767
1.945	152.830	83.474	420.921
Fuente: FNICER, 1935 y CSIC, 1942-1949.			

CUADRO - FNICER-PJC 3.			
Gastos del Instituto "Leonardo Torres Quevedo", 1934-1945 (pts. corrientes).			
Años	Investigadores	Material	Gastos totales
1.934	44.000	13.829	96.695
1.935			
1.936			
1.937			
1.938			
1.939			
1.940	43.776	33.461	108.862
1.941	80.700	133.186	286.697
1.942	119.477	182.802	474.999
1.943	157.675	297.578	699.992
1.944	186.674	17.107	600.000
1.945	99.241	24.431	616.061
Fuente: FNICER, 1935 y CSIC, 1942-1946.			

CUADRO - FNICER-PJC 4.			
Gastos del Instituto "Leonardo Torres Quevedo", 1934-1945 (pts. constantes).			
Años	Investigadores	Material	Gastos totales
1.934	45.123	14.182	99.163
1.935			
1.936			
1.937			
1.938			
1.939			
1.940	25.897	19.795	64.400
1.941	39.843	65.756	141.546
1.942	51.691	79.089	205.508
1.943	59.581	112.446	264.506
1.944	65.510	6.003	210.561
1.945	32.012	7.881	198.722
Fuente: FNICER, 1935 y CSIC, 1942-1946.			

**Cuadros referidos a la Junta para Ampliación de Estudios y al Consejo Superior de Investigaciones Científicas**

- Los cuadros cuyas cifras están dadas en pts. constantes tienen el año 1932 como índice 100<sup>767</sup>.

<b>CUADRO - JAE-CSIC 1.</b>									
<b>Creditos afectos a la JAE y al CSIC del Presupuesto del Ministerio de Educación (1932-1948) (Pta. constantes).</b>									
AÑOS	C. Humanas P. "R. Luján"	Historia P. "M. M. Pelayo"	Ciencias/Fisiología P. "S. R. Cajal"	F. y Química P. "A. Herrera"	Matemáticas P. "A. el Sabio"	Técnica P. "J. Cierva"	Otras subv.	TOTAL SUBV.	Remanente
1932	242.968	341.250	700.000	325.000		400.000	1.871.632	3.880.850	766.909
1933	233.200	350.000	696.256	325.000		599.374	2.945.285	4.249.065	1.404.328
1934						717.000		717.000	
1935									
1936									
1937									
1938									
1939									
1940	50.000	289.000	194.070		409.500	100.000	1.950.000	2.992.570	
1941	51.700	327.990	194.070		351.000	157.200	3.366.370	4.448.730	
1942	574.000	1.436.400	984.950	100.000	755.000	888.000	3.502.540	8.740.890	
1943	306.500	1.693.900	1.418.900	100.000	782.250	999.000	4.422.540	10.423.096	660.000
1944	183.500	2.414.900	2.032.000	420.000	900.000	1.091.000	3.974.740	12.015.940	
1945	373.300	2.547.640	2.595.000	500.000	1.145.000	1.200.000	6.585.800	15.948.146	
1946	443.500	2.804.640	3.260.000	500.000	1.395.000		8.555.000	17.957.640	
1947									
1948	1.744.079	3.794.102	2.520.758	2.602.608	2.293.270	15.958.000	11.415.000	40.915.640	1.500.808

Fuentes: JAE (1933-34), FNICER (1935) y CSIC (1942-1949)

<b>CUADRO - JAE-CSIC 2.</b>									
<b>Creditos afectos a la JAE y al CSIC del Presupuesto del Ministerio de Educación (1932-1948) (Pta. constantes 100 = 1932).</b>									
AÑOS	C. Humanas P. "R. Luján"	Historia P. "M. M. Pelayo"	Ciencias/Fisiología P. "S. R. Cajal"	F. y Química P. "A. Herrera"	Matemáticas P. "A. el Sabio"	Técnica P. "J. Cierva"	Otras subv.	TOTAL SUBV.	Remanente
1932	242.968	341.250	700.000	325.000		400.000	1.871.632	3.880.850	766.909
1933	244.076	366.323	728.729	340.157		627.328	2.140.653	4.447.266	1.469.823
1934						735.297			
1935									
1936									
1937									
1938									
1939									
1940	29.579	170.966	114.808		242.251	59.158	1.153.578	1.770.339	
1941	25.525	161.933	95.815		173.294	77.513	1.662.321	2.196.402	
1942	464.666	621.457	426.138	43.265	326.650	384.192	1.515.370	3.781.737	
1943	380.326	640.074	536.160	37.787	295.589	377.492	1.671.146	3.938.574	249.394
1944	415.155	847.471	713.098	147.392	315.841	382.869	1.394.872	4.216.699	
1945	442.887	821.789	837.066	161.284	369.341	387.082	2.124.275	5.143.724	
1946	390.893	759.746	883.098	135.444	377.890		2.317.454	4.864.525	
1947									
1948	365.882	795.946	528.818	545.988	481.094	3.347.751	2.394.697	8.583.492	335.825

Fuentes: JAE (1933-34), FNICER (1935) y CSIC (1942-1949)

<sup>767</sup> Para la conversión a pts. constantes se ha seguido el índice general de precios al por mayor simple 1588 —Maluquer de Motes (1989), p. 521—.



CUADRO - JAE-CSIC 3.								
Gastos realizados por la JAE y el CSIC (1932-1948) (Pta. corrientes).								
AÑOS	C. Humanas P. "R. Lulio"	Historia P. "M. M. Pelayo"	Ciencias/Fisiología P. "S. R. Cajal"	F y Química P. "A. Herrera"	Matemáticas P. "A. el Sabio"	Técnica P. "J. Cierva"	Gastos comunes	TOTAL GASTOS
1932	724.119	387.980	686.136	318.253	24.998		972.455	3.113.941
1933	594.483	394.420	759.108	339.384	22.600	77.437	1.057.336	3.244.767
1934						329.474		SD
1935								
1936								
1937								
1938								
1939								
1940	210.185	1.019.299	485.163	10.819	510.619	182.526	535.647	2.954.238
1941	329.403	1.186.019	778.608	107.629	676.960	533.070	819.932	4.431.616
1942	1.270.718	2.090.408	1.418.940	185.053	812.080	944.317	1.900.495	8.621.992
1943	989.491	2.343.914	1.870.240	382.715	1.042.674	1.134.973	3.195.743	10.959.750
1944	1.150.969	2.576.830	2.091.178	643.411	1.197.865	1.247.433	3.483.771	12.391.457
1945	1.551.313	3.216.875	2.942.401	436.098	1.283.487	1.304.903	5.115.910	15.850.988
1946	1.408.191	3.522.186	3.815.394	500.000	1.583.009		5.572.470	16.401.228
1947								
1948	1.855.306	3.824.679	2.593.857	1.419.209	3.530.801	15.958.000	12.027.474	41.804.091

Fuentes: JAE (1933-34); FNICER (1935) y CSIC (1942-1949).

CUADRO - JAE-CSIC 4.								
Gastos realizados por la JAE y el CSIC (1932-1948) (Pta. constantes 1932 = 100).								
AÑOS	C. Humanas P. "R. Lulio"	Historia P. "M. M. Pelayo"	Ciencias/Fisiología P. "S. R. Cajal"	F y Química P. "A. Herrera"	Matemáticas P. "A. el Sabio"	Técnica P. "J. Cierva"	Gastos comunes	TOTAL GASTOS
1932	724.119	387.980	686.136	318.253	24.998	0	972.455	3.113.941
1933	822.209	412.815	794.511	355.212	23.654	81.048	1.106.649	3.396.098
1934						337.882		
1935								
1936								
1937								
1938								
1939								
1940	124.329	802.995	287.012	8.401	302.071	107.978	318.877	1.747.663
1941	162.831	585.555	384.410	53.136	334.225	263.184	404.812	2.187.952
1942	549.775	904.413	613.903	80.063	351.337	408.556	922.247	3.730.296
1943	373.899	885.695	706.708	144.617	393.995	428.872	1.207.576	4.141.362
1944	403.314	904.298	733.866	225.795	420.372	437.767	1.222.575	4.348.586
1945	500.405	1.037.663	949.126	140.672	414.013	420.921	1.550.232	5.113.031
1946	381.463	954.115	1.033.548	135.444	428.820		1.509.520	4.442.910
1947								
1948	389.216	802.361	544.153	297.729	740.710	3.347.751	2.647.958	8.769.876

Fuentes: JAE (1933-34); FNICER (1935) y CSIC (1942-1949).

Cuadros referidos al Patronato "Juan de la Cierva" para el período 1940-1945.

- Los cuadros cuyas cifras están dadas en pts. constantes tienen el año 1932 como índice 100<sup>768</sup>.

CUADRO - PJC 1.						
Gastos por centros de investigación del Patronato "Juan de la Cierva", 1940-1945. (Pts. corrientes).						
INSTITUTOS	1 940	1 941	1 942	1 943	1 944	1 945
ILT Quevedo	108.862	286.697	474.999	699.992	600.000	616.061
LM Valencia			8.000		30.890	30.564
ITC Edificación	14.919	99.514	100.000	99.999	99.828	125.000
IN Combustible	44.865	68.583	64.329	85.539	85.000	50.028
IQA Oviedo				35.000	35.000	35.000
IIT Barcelona			28.312		125.000	174.277
IN Geofísica		24.735	147.150	130.953	174.178	178.440
Observatorios		45.059	115.750	76.032	89.537	87.918
Secretaría	13.879	8.482	5.777	7.458	8.000	7.615
Total	182.526	533.070	944.317	1.134.973	1.247.433	1.304.904
Fuente: CSIC, 1942-1946.						

CUADRO - PJC 2.						
Gastos por centros de investigación del Patronato "Juan de la Cierva", 1940-1945. (Pts. constantes 1932=100).						
INSTITUTOS	1 940	1 941	1 942	1 943	1 944	1 945
ILT Quevedo	64.400	141.546	205.508	264.506	210.561	198.722
LM Valencia			3.461		10.840	9.859
ITC Edificación	8.826	49.132	43.265	37.787	35.033	40.321
IN Combustible	26.541	33.861	27.832	32.323	29.829	16.137
IQA Oviedo				13.225	12.283	11.290
IIT Barcelona			12.249		43.867	56.216
IN Geofísica		12.212	63.664	49.483	61.125	57.559
Observatorios		22.246	50.079	28.730	31.422	28.360
Secretaría	8.211	4.188	2.499	2.818	2.807	2.457
Total	107.978	263.184	408.558	428.872	437.767	420.921
Fuente: CSIC, 1942-1946.						

<sup>768</sup> Para la conversión a pts. constantes se ha seguido el índice general de precios al por mayor simple 1588 —Maluquer de Motes (1989), p. 521—.

**Cuadros de financiación del Patronato "Juan de la Cierva" desde 1946 hasta 1970.**

Cuadros basados en las *Cuentas Corrientes por contraídos*.

- Los cuadros cuyas cifras están dadas en pts. constantes tienen el año 1940 como índice 100<sup>769</sup>.

CUADRO - Cuentas corrientes 1.a.							
Ingresos del P.J.C. Subvenciones de los ministerios, aportaciones industriales, donativos de las empresas e instituciones y recursos propios (pts. corrientes).							
Años	Subvenciones	Aportaciones	Donativos	Recursos	Totales	% Estado*	% Renta**
1949	15.776.000	20.339.898	0	1.351.128	37.467.028	0,12	0,02
1950	15.776.000	19.196.851	0	5.999.885	40.972.536	0,11	0,02
1951	34.493.405	24.680.228	12.405.667	3.265.385	74.844.685	0,19	0,03
1952	31.882.513	29.674.218	12.703.053	10.521.818	84.781.602	0,18	0,03
1953	32.496.166	28.651.660	11.368.155	28.415.342	100.931.323	0,19	0,04
1954	43.085.004	36.312.933	5.699.692	41.764.365	128.861.994	0,22	0,04
1955	43.085.795	47.059.515	4.871.740	19.799.087	114.816.137	0,18	0,04
1956	47.357.913	48.712.525	2.240.242	13.586.610	111.897.290	0,15	0,03
1957	47.344.443	53.212.485	1.986.154	8.154.427	110.697.509	0,12	0,03
1958	49.914.735	60.981.374	6.442.562	17.875.863	135.214.534	0,12	0,03
1959	50.113.064	63.453.596	10.143.659	13.418.825	137.129.144	0,11	0,03
1960	79.841.367	50.908.666	8.143.853	11.155.804	150.049.690	0,11	0,03
1961	76.954.634	66.231.897	32.285.207	25.051.397	200.523.135	0,12	0,03
1962	92.783.286	90.897.457	10.062.482	16.863.941	210.607.166	0,11	0,03
1963	150.556.985	101.115.673	9.253.002	23.244.140	284.169.800	0,13	0,03
1964	253.932.222	104.893.380	8.478.179	28.774.175	396.077.956	0,15	0,04
1965	207.730.789	135.753.189	7.299.791	28.586.555	379.370.304	0,11	0,03
1966	236.944.265	152.821.192	12.712.396	26.596.499	429.074.352	0,12	0,03
1967	212.866.153	168.528.839	4.044.850	31.398.849	416.838.691	0,10	0,03
1968	273.003.280	180.712.203	15.947	36.242.433	489.973.863	0,11	0,03
1969	323.435.734	225.726.916	1.648.277	33.854.480	584.665.387	0,11	0,03
1970	369.035.796	199.012.974	4.004.661	38.200.431	610.253.862	0,10	0,03
						0,13 media	0,03 media

\* % con respecto a los ingresos del Estado -los datos de ingresos proceden de Comín (1989), p. 413-.

\*\* % con respecto a la estimación de la Renta Nacional de España según Alcaide -Carreras (1989d), p. 553-.

Fuente: Cuentas corrientes por contraídos. Sección de Contabilidad del P.J.C. (1949-1970).

<sup>769</sup> Para la conversión a pts. constantes se ha seguido el índice general de precios al por mayor ponderado 1589 —Maluquer de Motes (1989), pp. 521 y 522—.

CUADRO - Cuentas corrientes 1.b.					
Ingresos del PJC. Subvenciones de los ministerios, aportaciones industriales, donativos de las empresas e instituciones y recursos propios (pts. constantes -1940=100-).					
Años	Subvenciones	Aportaciones	Donativos	Recursos	Totales
1949	5.885.576	7.588.237		504.067	13.977.881
1950	5.308.559	6.459.594		2.018.937	13.787.090
1951	10.607.220	7.589.527	3.814.922	1.004.153	23.015.822
1952	10.000.883	9.308.186	3.984.684	3.300.476	26.594.229
1953	10.033.639	8.846.595	3.510.075	8.773.629	31.163.937
1954	13.142.903	11.077.110	1.738.668	12.740.047	38.698.728
1955	12.635.966	13.801.357	1.428.757	5.806.568	33.672.649
1956	13.115.258	13.490.403	620.411	3.762.663	30.988.734
1957	11.852.821	13.321.902	497.239	2.041.485	27.713.447
1958	11.004.823	13.444.712	1.420.407	3.941.135	29.811.078
1959	10.297.470	13.038.746	2.084.367	2.757.364	28.177.947
1960	16.218.254	10.341.127	1.654.269	2.266.089	30.479.738
1961	15.367.817	13.226.490	6.447.346	5.002.756	40.044.410
1962	17.485.196	17.129.808	1.896.295	3.178.043	39.689.342
1963	26.124.043	17.545.185	1.605.544	4.033.230	49.308.002
1964	40.887.392	16.889.612	1.365.131	4.633.130	63.775.264
1965	29.556.772	19.315.511	1.038.644	4.067.410	53.978.337
1966	31.711.786	20.453.050	1.701.382	3.559.582	57.425.800
1967	26.759.167	21.185.572	508.474	3.947.114	52.400.327
1968	32.807.261	21.716.488	1.916	4.355.314	58.880.979
1969	37.925.460	26.468.309	193.274	3.969.710	68.556.752
1970	40.655.838	21.924.809	441.184	4.208.455	67.230.287
Fuente: Cuentas corrientes por contraídos. Sección de Contabilidad del PJC (1949-1970).					

CUADRO - Cuentas corrientes 1.c.				
Ingresos del PJC. Subvenciones de los ministerios, aportaciones industriales, donativos de las empresas e instituciones y recursos propios (%).				
Años	Subvenciones	Aportaciones	Donativos	Recursos
1949	42,11	54,29		3,61
1950	38,50	46,85		14,64
1951	46,09	32,98	16,58	4,36
1952	37,61	35,00	14,98	12,41
1953	32,20	28,39	11,26	28,15
1954	33,96	28,62	4,49	32,92
1955	37,53	40,99	4,24	17,24
1956	42,32	43,53	2,00	12,14
1957	42,77	48,07	1,79	7,37
1958	36,92	45,10	4,76	13,22
1959	36,54	46,27	7,40	9,79
1960	53,21	33,93	5,43	7,43
1961	38,38	33,03	16,10	12,49
1962	44,06	43,16	4,78	8,01
1963	52,98	35,58	3,26	8,18
1964	64,11	26,48	2,14	7,26
1965	54,76	35,78	1,92	7,54
1966	55,22	35,62	2,96	6,20
1967	51,07	40,43	0,97	7,53
1968	55,72	36,88	0,00	7,40
1969	55,32	38,61	0,28	5,79
1970	60,47	32,61	0,66	6,26
Fuente: Cuadro - Cuentas corrientes 1.a.				

CUADRO - Cuentas corrientes 2.a.						
Recursos propios de los principales institutos del Patronato "Juan de la Cierva" (pts. corrientes).						
Año	ILT Quevedo	ITC Edificación	IN Combustible	*Otros	**Total	*** %
1.949	902.033	74.125		213.417	1.189.574	99,92
1.950	625.662	355.916		248.952	1.230.530	28,79
1.951	2.000.000	613.189		423.267	3.036.456	96,99
1.952	8.045.000	868.591		968.430	9.882.021	95,10
1.953	5.300.000	21.062.326	60.000	1.042.777	27.465.103	97,54
1.954	9.570.000	8.211.440	21.604.792	1.535.705	40.921.937	98,63
1.955	8.250.000	8.011.176	3.865	1.995.706	18.260.747	96,08
1.956	7.015.584	1.231.583	6.072	2.259.191	10.512.430	89,76
1.957	1.000	2.090.887	2.101	3.237.823	5.331.811	68,80
1.958	4.401.315	2.583.262	62.536	5.047.553	12.094.666	67,44
1.959	660.076	3.090.083	315.370	4.462.984	8.528.513	64,98
1.960	39.480	2.750.000	5.422	5.345.828	8.140.730	65,72
1.961	168.420	3.857.994	167.162	15.215.718	19.409.294	71,14
Fuente: Cuentas corrientes por contraídos. Sección de Contabilidad del PJC (1949-1970).						
*Otros = IE Grasa, IH Acero, I Soldadura y INR Trabajo						
**Total = suma de los recursos de los principales institutos.						
*** % sobre los datos totales (ver cuadro - Cuentas corrientes 1.a.).						

CUADRO - Cuentas corrientes 2.b.					
Recursos propios de los principales institutos del Patronato (pts. constantes -1940=100-).					
Año	ILT Quevedo	ITC Edificación	IN Combustible	*Otros	**Total
1.949	336.523	27.654		79.620	443.796
1.950	210.533	119.764		83.771	414.068
1.951	615.029	188.564		130.161	933.754
1.952	2.523.550	272.459		303.776	3.099.785
1.953	1.636.448	6.503.283	18.526	321.972	8.480.229
1.954	2.919.289	2.504.866	6.590.453	468.460	12.483.068
1.955	2.419.515	2.349.474	1.134	585.290	5.355.412
1.956	1.942.889	341.073	1.682	625.658	2.911.303
1.957	250	523.460	526	810.599	1.334.835
1.958	970.369	569.538	13.787	1.112.846	2.666.541
1.959	135.636	634.965	64.804	917.075	1.752.479
1.960	8.020	558.610	1.101	1.085.903	1.653.634
1.961	33.633	770.440	33.382	3.038.574	3.876.030
Fuente: Cuentas corrientes por contraídos. Sección de Contabilidad del PJC (1949-1970).					
*Otros = IE Grasa, IH Acero, I Soldadura y INR Trabajo					
**Total = suma de los recursos de los principales institutos.					

<b>CUADRO - Cuentas corrientes 3.a.</b>						
<b>Subvenciones procedentes de los diferentes Ministerios para el PJC (pts. corrientes).</b>						
<b>Años</b>	<b>MP Educación</b>	<b>MM de los ejércitos</b>	<b>Otros MM</b>	<b>MP Gobernación</b>	<b>Seguros sociales</b>	<b>Totales</b>
1949	15.776.000					15.776.000
1950	15.776.000					15.776.000
1951	15.776.000	2.717.405	16.000.000			34.493.405
1952	19.100.000	4.782.513	8.000.000			31.882.513
1953	19.100.000	5.396.166	8.000.000			32.496.166
1954	20.100.000	6.985.004	16.000.000			43.085.004
1955	20.100.000	6.985.795	16.000.000			43.085.795
1956	28.372.300	6.985.613	12.000.000			47.357.913
1957	28.372.300	6.998.148	11.973.995			47.344.443
1958	30.816.166	6.999.879	12.000.000	98.690		49.914.735
1959	31.014.166	6.999.878	12.000.000	99.020		50.113.064
1960	30.613.166	6.833.276	12.000.000	15.100.000	15.294.925	79.841.367
1961	35.127.027	6.999.885	12.000.000	15.100.000	7.727.722	76.954.634
1962	58.100.000	6.833.286	12.500.000	15.350.000		92.783.286
1963	115.957.000	7.499.990	11.999.995	15.100.000		150.556.985
1964	208.656.999	6.999.975	12.500.000	25.775.248		253.932.222
1965	145.727.000	6.999.976	12.500.000	42.503.793		207.730.769
1966	167.868.333	6.249.980	12.000.000	50.825.952		236.944.265
1967	97.495.000	5.767.990	11.500.000	96.103.163		212.866.153
1968	235.956.463	3.767.990	9.500.000	23.778.827		273.003.280
1969	259.765.345	4.000.000	10.000.000	49.670.389		323.435.734
1970	311.678.288	4.018.000	12.050.000	41.289.508		369.035.796
-						
Fuente: Cuentas corrientes por contrados. Sección de Contabilidad del PJC (1949-1970).						

**CUADRO - Cuentas corrientes 3.b.****Subvenciones procedentes de los diferentes Ministerios para el PJC (pts. constantes).**

Años	MP Educación	MM de los ejércitos	Otros MM	MP Gobernación	Seguros sociales	Totales
1949	5 885 576					5 885 576
1950	5 308 559					5 308 559
1951	4 851 348	835 641	4 920 231			10 607 220
1952	5 991 274	1 500 175	2 509 434			10 000 883
1953	5 897 388	1 666 141	2 470 110			10 033 639
1954	6 131 422	2 130 747	4 880 734			13 142 903
1955	5 894 818	2 048 756	4 692 393			12 635 966
1956	7 857 399	1 934 589	3 323 269			13 115 258
1957	7 103 089	1 752 007	2 997 725			11 852 821
1958	6 794 115	1 543 280	2 645 669	21 758		11 004 823
1959	6 372 938	1 438 368	2 465 817	20 347		10 297 470
1960	6 218 482	1 388 050	2 437 572	3 067 278	3 106 873	16 218 254
1961	7 014 857	1 397 875	2 396 396	3 015 465	1 543 224	15 367 817
1962	10 949 061	1 287 746	2 355 650	2 892 738		17 485 196
1963	20 120 393	1 301 368	2 082 191	2 620 091		26 124 043
1964	33 597 313	1 127 115	2 012 712	4 150 252		40 887 392
1965	20 734 625	995 985	1 778 550	6 047 611		29 556 772
1966	22 466 906	836 475	1 606 038	6 802 366		31 711 786
1967	12 255 988	725 088	1 445 652	12 332 439		26 759 167
1968	28 355 283	452 806	1 141 631	2 857 541		32 807 261
1969	30 459 591	469 032	1 172 581	5 824 255		37 925 460
1970	34 336 892	442 654	1 327 521	4 548 772		40 655 838

Fuente: Cuentas corrientes por contraídos. Sección de Contabilidad del PJC (1949-1970).



CUADRO - Cuentas corrientes 4.a.						
Aportaciones (exacciones) de las industrias (pts. corrientes).						
Años	Carbón	Hierro y acero	Cemento	Soldadura	Otros metales	Totales
1.949	5 605.156	7 431.320	6 064.586	1 038.836		20 339.898
1.950	2 880.110	8 721.754	5 727.061	1 867.726		19 196.651
1.951	5 939.646	10 025.695	6 183.697	2 531.190		24 680.228
1.952	6 612.320	10 588.006	10 162.421	2 311.471		29 674.218
1.953	6 835.734	9 986.483	8 627.331	2 337.826	864.286	28 651.660
1.954	9 709.026	12 535.106	10 383.167	2 298.637	1 386.997	36 312.933
1.955	8 600.000	15 380.294	13 053.706	3 751.355	6 274.160	47 059.515
1.956	8 600.000	15 906.324	13 868.544	3 857.927	6 479.730	48 712.525
1.957	8 600.000	16 554.664	17 235.987	4 778.660	6 043.174	53 212.485
1.958	8 600.000	20 511.985	17 988.398	5 683.984	8 197.007	60 981.374
1.959	9 853.590	23 063.321	18 606.596	5 646.103	6 283.986	63 453.596
1.960	2 746.410	21 826.029	16 404.357	4 874.859	5 057.011	50 908.666
1.961		32 546.719	19 616.821	6 635.518	7 432.839	66 231.897
1.962	4 099.840	43 828.686	23 915.147	9 246.275	9 807.509	90 897.457
1.963	13 832.387	38 277.306	29 417.255	9 841.952	9 746.773	101 115.673
1.964	4 835.981	45 784.156	31 602.747	11 335.248	11 335.248	104 893.380
1.965	9 415.399	57 822.533	41 576.914	13 186.930	13 751.413	135 753.189
1.966	6 702.686	61 469.841	53 961.963	13 486.064	17 200.638	152 821.192
1.967	7 202.629	68 280.974	63 825.721	13 952.675	15 266.840	168 528.839
1.968	5 301.109	70 415.714	71 247.207	16 120.244	17 627.929	180 712.203
1.969	3 770.932	100 696.134	80 260.794	16 554.093	24 444.963	225 726.916
1.970	5 895.177	86 508.448	63 568.276	17 952.569	25 088.504	199 012.974
Fuente: Cuentas corrientes por contrahidos. Sección de Contabilidad del PJC (1949-1970).						

CUADRO - Cuentas corrientes 4.b.						
Aportaciones (exacciones) de las industrias (pts. constantes -1940=100-).						
Años	Carbón	Hierro y acero	Cemento	Soldadura	Otros metales	Total
1.949	2.165.738	2.772.414	2.262.524	387.560		7.588.237
1.950	969.145	2.934.834	1.927.132	628.482		6.459.594
1.951	1.826.527	3.083.046	1.901.576	778.378		7.589.527
1.952	2.074.148	3.321.238	3.187.741	725.060		9.308.186
1.953	2.110.627	3.083.464	2.663.807	721.836	266.860	8.846.595
1.954	2.961.698	3.823.782	3.167.342	701.190	423.098	11.077.110
1.955	2.522.161	4.510.649	3.828.320	1.100.177	1.840.051	13.801.357
1.956	2.381.676	4.405.083	3.840.742	1.068.411	1.794.491	13.490.403
1.957	2.153.035	4.144.509	4.315.080	1.196.352	1.512.926	13.321.902
1.958	1.896.063	4.522.327	3.965.946	1.253.162	1.807.214	13.444.712
1.959	2.024.762	4.739.161	3.823.372	1.160.188	1.291.263	13.038.746
1.960	557.881	4.433.542	3.332.233	990.235	1.027.236	10.341.127
1.961		6.499.570	3.917.473	1.325.111	1.484.336	13.226.490
1.962	772.623	8.259.604	4.506.857	1.742.479	1.848.245	17.129.808
1.963	2.400.140	6.641.724	5.104.364	1.707.736	1.691.221	17.545.185
1.964	778.675	7.372.025	5.088.578	1.825.167	1.825.167	16.889.612
1.965	1.339.661	8.227.223	5.915.731	1.876.290	1.956.607	19.315.511
1.966	897.064	8.226.907	7.222.079	1.804.927	2.302.073	20.453.050
1.967	905.434	8.583.525	8.023.460	1.753.975	1.919.177	21.185.572
1.968	637.043	8.461.974	8.561.896	1.937.197	2.118.378	21.716.488
1.969	442.172	11.807.437	9.411.228	1.941.101	2.866.370	26.468.309
1.970	649.458	9.530.440	7.003.173	1.977.794	2.763.944	21.924.809
Fuente: Cuentas corrientes por contralados. Sección de Contabilidad del PJC (1949-1970).						

Cuadros basados en las *Actas de la Junta de Gobierno y de su Comisión Permanente del Patronato "Juan de la Cierva"*.

- Los cuadros cuyas cifras están dadas en pts. constantes tienen el año 1940 como índice 100<sup>770</sup>.

CUADRO - Presupuestos 1.							
Presupuestos de ingresos del Patronato "Juan de la Cierva". Remanentes, subvenciones estatales, aportaciones industriales y recursos propios (pts. corrientes).							
Año	Remanentes	Subvenciones	Aportaciones	Recursos	Préstamos	Particulares	Total
1.947	10.024.510	15.958.000	17.500.000	2.305.000			45.787.510
1.948	25.924.382	15.776.000	17.822.000	2.751.000			62.273.382
1.949	28.768.338	15.776.000	17.304.564	1.925.840			63.774.742
1.950	30.767.102	15.776.000	17.875.000	2.603.808			67.021.910
1.951	18.406.549	37.776.000	20.900.000	6.613.607			72.696.156
1.952	14.305.051	30.500.000	24.580.000	12.307.600			81.692.641
1.953	14.467.740	32.100.000	27.895.000	31.538.500			106.001.240
1.954	6.746.093	43.100.000	30.935.200	46.560.746			127.342.039
1.955	23.524.606	43.100.000	36.374.588	50.077.563			153.076.757
1.956	40.485.083	47.092.300	40.892.451	19.453.063			147.922.898
1.957	24.476.683	47.372.300	46.420.000	21.168.330			139.437.313
1.958	11.071.712	47.372.300	53.870.000	51.596.930			163.910.942
1.959	10.856.117	54.116.166	62.075.000	13.591.830	45.012.000	3.103.000	188.754.113
1.960	30.810	69.515.166	62.075.000	11.344.830	22.012.000	3.088.000	168.065.806
1.961	4.529.855	80.392.888	76.093.000	21.431.746	35.000.000	7.500.330	224.947.818
Fuente: Actas de la Junta de Gobierno del PJC (1946-1962).							

<sup>770</sup> Para la conversión a pts. constantes se ha seguido el índice general de precios al por mayor ponderado 1589 —Maluquer de Motes (1989), pp. 521 y 522—.

<b>CUADRO - Presupuestos 2.</b>						
<b>Presupuestos de Ingresos del Patronato "Juan de la Cierva". Remanentes, subvenciones estatales, aportaciones industriales y recursos propios (pts. constantes 1940=100).</b>						
Año	Remanentes	Subvenciones	Aportaciones	Recursos	Préstamos	Total
1.947	4.205.867	6.695.312	7.342.271	967.082		19.210.532
1.948	10.193.475	6.203.128	7.007.616	1.081.694		24.485.912
1.949	10.732.648	5.885.576	6.455.840	718.476		23.792.541
1.950	10.353.003	5.308.559	6.014.864	876.171		22.552.597
1.951	5.660.280	11.616.666	6.427.052	2.033.780		22.355.119
1.952	4.487.198	9.567.217	7.710.236	3.860.639		25.625.286
1.953	4.467.114	9.911.317	8.612.966	9.737.947		32.729.344
1.954	2.057.868	13.147.477	9.436.655	14.203.163		38.845.163
1.955	6.899.168	12.640.132	10.667.740	14.686.474		44.893.514
1.956	11.211.902	13.041.699	11.324.718	5.387.314		40.965.633
1.957	6.127.810	11.859.795	11.621.384	5.299.554		34.908.541
1.958	2.441.007	10.444.287	11.876.850	11.375.701		36.137.845
1.959	2.230.766	11.120.046	12.755.465	2.792.914	9.249.279	38.786.090
1.960	6.258	14.120.683	12.609.355	2.304.486	4.471.319	34.139.370
1.961	904.611	16.054.436	15.195.749	4.279.913	6.989.489	44.922.012
Fuente: Actas de la Junta de Gobierno del PJC (1946-1962).						

<b>CUADRO - Presupuestos 3.</b>					
<b>Presupuestos de gastos del Patronato "Juan de la Cierva". Organización central, institutos, gastos diversos y gastos de primer establecimiento (pts. corrientes).</b>					
Año	Org. Central	Institutos	Gastos diversos	1º establecimiento	Total
1.947	1.911.000	27.921.405	15.955.104		45.787.510
1.948	2.337.000	32.556.000	1.370.000	26.010.382	62.273.382
1.949	3.029.475	31.085.209	2.395.000	27.265.058	63.774.742
1.950	3.166.439	35.796.821	1.820.000	26.238.650	67.021.910
1.951	3.180.974	47.275.237	2.170.000	20.069.945	72.696.156
1.952	3.898.647	49.767.100	2.170.000	25.856.905	81.692.652
1.953	4.209.296	58.928.000	3.009.000	39.854.944	106.001.240
1.954	3.623.011	63.146.698	8.975.000	51.597.331	127.342.040
1.955	3.648.472	77.019.041	9.069.733	63.339.511	153.076.757
1.956	3.669.991	95.363.212	6.263.927	42.625.768	147.922.898
1.957	3.699.074	104.606.842	8.891.455	22.239.943	139.437.314
1.958	5.155.556	119.799.826	7.212.164	31.743.396	163.910.942
1.959	5.134.266	133.827.500	9.417.785	40.374.562	188.754.113
1.960	5.297.503	130.228.200	8.662.776	23.877.327	168.065.806
Fuente: Actas de la Junta de Gobierno del PJC (1946-1962).					

<b>CUADRO - Presupuestos 4.</b>					
<b>Presupuestos de gastos del Patronato "Juan de la Cierva". Organización central, institutos, gastos diversos y gastos de primer establecimiento (pts. constantes).</b>					
<b>Año</b>	<b>Org. Central</b>	<b>Institutos</b>	<b>Gastos diversos</b>	<b>1º establecimiento</b>	<b>Total</b>
1.947	801.776	11.714.659	6.694.097		19.210.532
1.948	918.909	12.801.029	538.684	10.227.290	24.485.912
1.949	1.130.211	11.597.007	893.506	10.171.817	23.792.541
1.950	1.065.494	12.045.483	612.423	8.829.198	22.552.597
1.951	978.196	14.537.819	667.306	6.171.798	22.355.119
1.952	1.222.925	15.610.906	680.684	8.110.774	25.625.289
1.953	1.299.678	18.194.832	929.070	12.305.763	32.729.344
1.954	1.105.185	19.262.640	2.737.787	15.739.553	38.845.164
1.955	1.070.004	22.587.723	2.659.922	18.575.865	44.893.514
1.956	1.016.364	26.409.802	1.734.726	11.804.742	40.965.633
1.957	926.074	26.188.631	2.226.002	5.567.835	34.908.542
1.958	1.136.658	26.412.560	1.590.083	6.998.544	36.137.845
1.959	1.055.013	27.499.509	1.935.211	8.296.357	38.786.090
1.960	1.076.087	26.453.380	1.759.678	4.850.224	34.139.370
Fuente: Actas de la Junta de Gobierno del PJC (1946-1962).					

Cuadros basados en las *Memorias* del Patronato "Juan de la Cierva".

- Los cuadros cuyas cifras están dadas en pts. constantes tienen el año 1940 como índice 100<sup>771</sup>.

CUADRO - Memorias 1.							
Ingresos efectuados durante los ejercicios económicos 1948-1958. Remanentes, subvenciones estatales, aportaciones industriales, recursos propios, contratos de investigación y préstamos (pts. corrientes).							
Año	Remanentes	Subvenciones	Aportaciones	Recursos	Contratos	Préstamos	Total
1.948		15.776.000	17.272.313	2.957.634			36.005.947
1.949	2.140.872	7.888.000	19.994.468	1.323.290			31.346.630
1.950	8.549.982	15.776.000	18.913.048	5.962.292			49.201.322
1.951	6.286.726	34.493.406	24.651.976	15.518.778			80.950.886
1.952	4.265.884	31.882.513	29.556.531	11.463.971	8.826.328		85.995.227
1.953	2.178.281	32.496.166	28.632.215	39.752.006			103.058.668
1.954		43.085.003	36.302.782	16.808.755	5.699.692		101.896.232
1.955		47.085.795	47.058.749	19.842.468	4.871.740		118.858.752
1.956	1.373.737	51.357.913	48.712.025	14.390.642	1.715.342		117.549.659
1.957	24.781.589	51.344.443	53.149.842	8.402.976	1.986.154		139.665.004
1.958	3.695.054	53.914.734	60.961.974	18.257.956	2.442.562	27.000.000	166.272.280
Fuente: Memorias del PJC, 1948-1959.							

CUADRO - Memorias 2.							
Ingresos efectuados durante los ejercicios económicos 1948-1958. Remanentes, subvenciones estatales, aportaciones industriales, recursos propios, contratos de investigación y préstamos (pts. constantes -1940=100-).							
Año	Remanentes	Subvenciones	Aportaciones	Recursos	Contratos	Préstamos	Total
1.948		6.203.128	6.791.479	1.162.943			14.157.549
1.949	798.698	2.942.768	7.459.367	493.682			11.694.535
1.950	2.877.034	5.308.559	6.364.163	2.006.287			16.556.043
1.951	1.933.259	10.607.221	7.580.839	4.772.248			24.893.567
1.952	1.338.119	10.000.883	9.271.270	3.596.010	2.768.636		26.974.918
1.953	672.574	10.033.639	8.840.591	12.273.980			31.820.784
1.954		13.142.902	11.074.014	5.127.441	1.738.668		31.083.025
1.955		13.809.064	13.801.133	5.819.291	1.428.757		34.858.245
1.956	380.441	14.223.014	13.490.264	3.985.331	475.045		32.554.096
1.957	6.204.144	12.854.232	13.306.219	2.103.710	497.239		34.965.545
1.958	814.658	11.886.713	13.440.435	4.025.376	538.518	5.952.756	36.658.455
Fuente: Memorias del PJC, 1948-1959.							

<sup>771</sup> Para la conversión a pts. constantes se ha seguido el índice general de precios al por mayor ponderado 1589 —Maluquer de Motes (1989), pp. 521 y 522—.

CUADRO - Memorias 3.							
Ingresos efectuados por los distintos ministerios en el período 1948-1958 (pts. corrientes).							
Año	M <sup>o</sup> Educación	M <sup>o</sup> O. Públicas	MM ejércitos	M <sup>o</sup> Comercio	Abastecimientos	M <sup>o</sup> Industria	Total
1 948	15.776.000						15.776.000
1 949	7.888.000						7.888.000
1 950	15.776.000						15.776.000
1 951	15.776.000		2.717.406				18.493.406
1 952	19.100.000	8.000.000	4.782.513				31.882.513
1 953	19.100.000	8.000.000	5.396.166				32.496.166
1 954	20.100.000	8.000.000	6.985.003	8.000.000			43.085.003
1 955	20.100.000	8.000.000	6.985.796	8.000.000	4.000.000		47.085.796
1 956	28.372.300	8.000.000	6.985.613	2.000.000	4.000.000	2.000.000	51.357.913
1 957	28.372.300	8.000.000	6.998.148	2.000.000	4.000.000	1.973.995	51.344.443
1 958	30.816.166	8.000.000	7.098.568	2.000.000	4.000.000	2.000.000	53.914.734
Fuente: Memorias del PJC, 1948-1959.							

CUADRO - Memorias 4.							
Ingresos efectuados por los distintos ministerios en el período 1948-1958 (pts. constantes -1940=100).							
Año	M <sup>o</sup> Educación	M <sup>o</sup> O. Públicas	MM ejércitos	M <sup>o</sup> Comercio	Abastecimientos	M <sup>o</sup> Industria	Total
1 948	6.203.128						6.203.128
1 949	2.942.788						2.942.788
1 950	5.308.559						5.308.559
1 951	4.851.348		835.642				5.686.990
1 952	5.991.274	2.509.434	1.500.175				10.000.883
1 953	5.897.388	2.470.110	1.666.141				10.033.639
1 954	6.131.422	2.440.367	2.130.746	2.440.367			13.142.902
1 955	5.894.818	2.346.196	2.048.756	2.346.196	1.173.098		13.809.065
1 956	7.857.399	2.215.513	1.934.589	553.878	1.107.756	553.878	14.223.014
1 957	7.103.089	2.002.824	1.752.007	500.706	1.001.412	494.195	12.854.232
1 958	6.794.115	1.763.780	1.565.039	440.945	881.890	440.945	11.886.713
Fuente: Memorias del PJC, 1948-1959.							

CUADRO - Memorias 5.							
Gastos realizados en el período 1948-1958. Organización central, trabajos subvencionados, institutos, construcciones, investigaciones designadas y amortizaciones e intereses (pta. corrientes).							
Años	O. central	T. subvencionados	Institutos	Construcciones	Investigaciones	Amortizaciones	Total
1.948	2.944.283	1.161.150	19.858.615	9.469.853			33.433.901
1.949	3.335.984	1.476.723	24.851.428	1.682.495			31.346.630
1.950	4.269.008	681.319	33.975.043	10.275.952			49.201.322
1.951	4.574.772	860.122	50.177.294	25.338.698			80.950.886
1.952	4.975.061	1.367.066	51.831.575	18.995.197	8.826.328		85.995.227
1.953	5.547.338	1.556.384	56.110.807	39.244.139		600.000	103.058.668
1.954	5.152.755	1.825.442	71.588.774	8.836.033	14.493.228		101.896.232
1.955	5.812.903	1.935.983	79.141.918	13.417.095	18.550.852		118.858.751
1.956	6.127.909	1.733.564	97.745.221	11.942.965			117.549.659
1.957	5.408.413	3.443.376	108.539.453	21.273.762			139.665.004
1.958	6.459.596	2.420.879	126.529.993	30.861.812			166.272.280
Fuente: Memorias del PJC, 1948-1959.							

CUADRO - Memorias 5.							
Gastos realizados en el período 1948-1958. Organización central, trabajos subvencionados, institutos, construcciones, investigaciones designadas y amortizaciones e intereses (pts. constantes -1940=100-).							
Años	O. central	T. subvencionados	Institutos	Construcciones	Investigaciones	Amortizaciones	Total
1.948	1.157.693	456.565	7.808.413	3.723.549			13.146.220
1.949	1.244.561	550.923	9.271.360	627.691			11.694.535
1.950	1.436.504	229.261	11.432.462	3.457.816			16.556.043
1.951	1.406.808	264.500	15.430.243	7.792.016			24.893.567
1.952	1.560.573	428.820	16.258.489	5.958.399	2.768.636		26.974.918
1.953	1.712.817	480.556	17.324.985	12.117.169		185.258	31.820.784
1.954	1.571.827	556.844	21.837.860	2.695.395	4.421.099		31.083.025
1.955	1.704.776	567.775	23.210.309	3.934.892	5.440.492		34.858.245
1.956	1.697.058	480.092	27.069.473	3.307.474			32.554.096
1.957	1.354.012	862.059	27.423.524	5.325.949			34.965.545
1.958	1.424.163	533.737	27.896.376	6.804.179			36.658.455
Fuente: Memorias del PJC, 1948-1959.							



CUADRO - Memorias 7.						
Gastos realizados en las diferentes disciplinas. Instrumentos de precisión, recursos naturales, química, metalurgia y otras (pts. corrientes).						
Año	I. precisión	R. naturales	Química	Metalurgia	Otras	Total
1.948	6.663.096	600.000	3.077.321	5.701.806	3.816.392	19.858.615
1.949	6.107.820	1.097.010	3.620.163	6.528.103	7.498.332	24.851.428
1.950	10.658.494	1.511.478	4.035.461	7.558.721	10.210.889	33.975.043
1.951	18.339.953	1.692.343	5.146.933	9.711.900	15.286.165	50.177.294
1.952	18.905.988	1.460.544	6.319.268	11.085.629	14.060.146	51.831.575
1.953	19.311.363	2.331.182	7.330.913	11.575.928	15.561.421	56.110.807
1.954	25.378.648	3.150.394	9.625.510	12.653.604	20.780.618	71.588.774
1.955	23.447.000	3.942.188	12.289.478	14.771.868	24.691.384	79.141.918
1.956	27.943.291	4.549.657	18.903.776	19.280.795	27.067.702	97.745.221
1.957	26.863.456	4.775.977	19.417.069	20.724.765	37.758.186	109.539.453
1.958	26.082.375	6.189.658	24.488.384	27.875.119	41.894.457	126.529.993
Fuente: Memorias del PJC, 1948-1959.						

CUADRO - Memorias 8.						
Gastos realizados en las diferentes disciplinas. Instrumentos de precisión, recursos naturales, química, metalurgia y otras (pts. constantes 1940 = 100).						
Año	I. precisión	R. naturales	Química	Metalurgia	Otras	Total
1.948	2.619.931	235.920	1.210.004	2.241.952	1.500.606	7.808.413
1.949	2.278.654	409.263	1.350.580	2.435.449	2.797.414	9.271.360
1.950	3.586.539	508.606	1.357.916	2.543.479	3.435.922	11.432.462
1.951	5.639.801	520.420	1.582.756	2.986.550	4.700.717	15.430.243
1.952	5.930.416	458.142	1.982.223	3.477.332	4.410.376	16.258.489
1.953	5.962.650	719.785	2.263.520	3.574.227	4.804.803	17.324.985
1.954	7.741.652	961.015	2.936.222	3.859.930	6.339.042	21.837.860
1.955	6.876.408	1.156.143	3.604.191	4.332.213	7.241.354	23.210.309
1.956	7.738.590	1.259.978	5.235.195	5.339.606	7.496.105	27.069.473
1.957	6.725.345	1.195.680	4.861.120	5.188.506	9.452.873	27.423.524
1.958	5.750.445	1.364.649	5.399.014	6.145.696	9.236.573	27.896.376
Fuente: Memorias del PJC, 1948-1959.						

CUADRO - Memorias 9.						
Gastos ejecutados por los principales institutos del PJC en el periodo 1948-1958 (pts. corrientes)						
Año	ITC Edificación	IH Acero	I Combustible	ILT Quevedo	IN Electrónica	% respecto total
1.948	878.060	1.705.442	750.341	2.066.409	339.525	73,51
1.949	2.085.760	1.979.217	851.428	1.714.220	318.371	74,95
1.950	2.606.245	2.093.248	805.178	2.146.844	1.069.417	76,28
1.951	3.745.315	2.282.921	948.680	2.689.214	2.590.881	79,43
1.952	3.281.642	2.610.624	1.050.999	2.917.217	2.470.394	75,84
1.953	3.399.241	2.629.673	1.204.126	2.871.503	2.694.667	73,88
1.954	4.264.663	2.872.790	1.196.068	4.139.472	3.197.556	71,76
1.955	4.894.575	3.149.683	1.291.543	3.592.613	2.895.731	68,18
1.956	4.508.723	3.455.289	1.576.259	3.080.661	2.942.164	57,49
1.957	6.063.163	3.466.854	1.638.713	2.573.578	2.552.702	59,42
1.958	5.362.111	3.654.379	1.648.254	1.290.039	2.671.787	52,43
Fuente: Memorias del PJC, 1948-1959.						

CUADRO - Memorias 10.					
Gastos ejecutados por los principales institutos del PJC - 1948-1958 (pts. constantes)					
Año	ITC Edificación	IH Acero	I Combustible	ILT Quevedo	IN Electrónica
1.948	2.233.112	4.337.337	1.908.291	5.255.359	863.491
1.949	5.590.777	5.305.195	2.282.212	4.594.884	853.377
1.950	7.745.251	6.220.724	2.392.832	6.380.000	3.178.099
1.951	12.179.313	7.423.785	3.084.992	8.745.000	8.425.232
1.952	10.461.775	8.322.592	3.350.552	9.300.000	7.875.542
1.953	11.009.195	8.516.778	3.899.830	9.300.000	8.727.278
1.954	13.980.400	9.417.568	3.920.944	13.570.000	10.482.214
1.955	16.689.397	10.739.709	4.403.872	12.250.000	9.873.788
1.956	16.280.557	12.476.712	5.691.716	11.123.966	10.623.866
1.957	24.218.463	13.847.868	6.545.612	10.279.799	10.196.413
1.958	24.321.005	16.575.219	7.476.009	5.851.250	12.118.461
Fuente: Memorias del PJC, 1948-1959.					

CUADRO - Memorias 11.											
Gastos ejecutados por los Institutos del Patronato "Juan de la Cierva" en el período 1948-1958 (pts. corrientes).											
	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958
LT Quevedo	5.255.359	4.594.884	6.380.000	8.745.000	9.300.000	9.300.000	13.570.000	12.250.000	11.123.966	10.279.798	5.851.250
ITC Edificación	2.233.172	5.590.777	7.745.251	12.173.373	10.461.775	11.069.195	13.980.400	16.689.397	16.260.567	24.218.463	24.321.006
IE Grasa	544.100	965.002	638.328	747.561	1.174.974	1.392.755	2.712.028	4.447.380	4.909.812	4.819.392	5.221.746
INR Trabajo	1.583.280	1.907.555	2.184.850	2.735.917	3.099.607	3.401.574	3.836.616	3.959.556	4.726.036	5.025.136	6.011.964
I Soldadura	1.364.469	1.222.908	1.337.997	2.268.115	2.763.037	2.815.107	2.790.170	3.096.068	4.118.843	4.966.792	6.970.242
IH Acero	4.337.337	5.305.196	6.220.724	7.423.788	8.322.592	8.516.778	9.417.568	10.739.709	12.478.712	13.847.868	16.575.219
IN Combustible	1.908.291	2.282.272	2.392.832	3.084.992	3.350.552	3.899.830	3.920.944	4.403.872	5.691.716	6.545.612	7.476.009
IN Electrónica	963.491	853.377	3.178.099	8.426.232	7.875.542	8.727.278	10.482.214	9.873.788	10.623.866	10.196.413	12.118.461
IP Pesqueras		347.010	653.478	792.343	1.165.544	1.651.182	2.332.866	2.607.787	2.893.014	2.871.608	3.937.800
I Química									3.920.258	3.311.839	4.933.903
D Óptica	125.000	150.000	482.713	513.565	1.011.576	515.000	515.000	514.279	3.849.510	3.721.885	4.927.644
IE Automática									1.559.972	1.872.489	2.386.696
D Plásticos	282.607	329.864	473.512	653.916	905.678	1.002.437	1.419.459	1.679.128	2.124.803	2.274.824	2.903.883
DQ Vegetal			182.985	292.356	388.335	473.145	573.338	759.096	957.363	968.842	1.196.141
DM No-Ferros						444.043	445.866	936.291	2.685.440	1.918.108	4.329.658
D Silicatos			108.000	150.000	150.000	360.000	477.529	594.421	636.643	824.369	1.034.258
S Fermentaciones	342.323	343.085	347.804	368.108	499.729	562.746	999.743	1.000.000	1.399.824	1.496.860	1.756.702
CE Frio			280.788	370.935	498.764	551.704	782.846	978.586	1.348.174	1.699.045	2.365.270
CI Documentación						598.948	2.180.756	2.903.445	4.157.911	5.460.447	7.365.719
D Barcelona								160.400	555.022	1.355.093	1.830.499
CE Edica					145.000	320.000	840.000	740.000	1.020.000	1.080.000	1.217.600
IT Barcelona	419.246	509.559	617.682	656.156	718.870	763.085	811.434	808.933	785.977	792.870	796.325
I Forestal	600.000	750.000	750.000	750.000							
TOTAL	19.858.615	24.851.428	33.975.043	50.177.294	51.831.575	56.110.807	71.588.774	79.141.918	97.745.221	109.539.453	126.529.993
Fuente: Memorias del P.C. 1948-1959											

Fuente: Memorias del P.J.C. 1948-1959

CUADRO - Memorias 12.											
Gastos ejecutados por los Institutos del Patronato "Juan de la Cierva" en el período 1948-1958 (pts. constantes -1948=100-).											
	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958
ILT Quevedo	2.066.409	1.714.220	2.146.844	2.689.214	2.917.217	2.871.503	4.139.472	3.592.613	3.080.661	2.573.578	1.290.039
ITC Edificación	878.060	2.085.760	2.606.245	3.745.315	3.281.842	3.399.241	4.264.663	4.894.675	4.508.723	6.063.163	5.362.111
IE Grasa	213.940	248.093	214.795	229.886	368.569	430.032	827.292	1.304.303	1.332.025	1.206.549	1.371.724
INR Trabajo	622.546	711.654	735.193	841.334	972.282	1.050.283	1.170.344	1.161.237	1.308.825	1.258.058	1.325.472
I Soldadura	536.510	456.232	450.230	703.628	866.707	807.450	851.130	907.939	1.140.613	1.241.448	1.536.746
IH Acero	1.705.442	1.979.217	2.093.248	2.282.921	2.610.624	2.629.673	2.872.790	3.149.683	3.455.289	3.466.864	3.854.379
IN Combustible	750.341	851.428	805.178	948.680	1.050.999	1.204.126	1.196.068	1.291.543	1.576.259	1.638.713	1.648.254
IN Electrónica	339.525	318.371	1.069.417	2.590.881	2.470.394	2.694.667	3.197.556	2.895.731	2.942.164	2.552.702	2.671.787
IP Pesqueras		129.460	219.893	243.657	365.607	509.825	620.117	764.792	801.189	718.916	868.176
I Química									1.085.673	829.129	1.087.790
D Óptica	49.150	55.961	162.431	157.929	317.310	159.013	157.099	150.825	1.066.080	931.785	1.086.410
IE Automática									432.017	468.783	526.641
D Plásticos	111.121	123.063	159.335	201.089	284.092	309.516	433.000	492.445	588.441	569.509	640.228
DQ Vegetal			61.574	89.904	121.813	148.090	174.894	222.624	265.131	242.477	263.716
DM No-ferros						137.104	136.010	274.590	743.703	480.203	954.570
D Silicatos			36.342	46.127	47.052	111.156	145.668	174.329	176.311	206.383	228.025
S Fermentaciones	134.602	127.995	117.035	113.199	156.755	173.756	304.967	293.275	367.666	374.743	387.304
CE Frio			94.484	114.068	156.452	170.346	238.804	286.994	373.362	425.361	521.477
CI Documentación						184.933	665.231	851.506	1.151.488	1.367.039	1.623.938
D Barcelona								47.041	153.707	339.252	403.579
CE Edica					45.483	98.804	195.229	217.023	282.478	270.381	268.447
IT Barcelona	164.848	190.102	207.847	201.777	225.495	237.466	247.525	237.239	217.668	198.497	175.568
I Forestal	235.920	279.804	292.372	230.636							
TOTAL	7.808.413	9.271.360	11.432.462	15.430.243	16.258.489	17.324.985	21.837.860	23.210.309	27.069.473	27.423.524	27.896.378
Fuente: Memorias del PAT. 1948-1958											

Fuente: Memorias del P.J.C. 1948-1959

CUADRO - Logros industrializables 1.			
Logros industrializables del Patronato "Juan de la Cierva" 1948-1970.			
Años	Totales	No químicos	Químicos
1948	4	0	4
1949	13	10	3
1950	10	9	1
1951	15	8	7
1952	11	6	5
1953	9	3	6
1954	17	13	4
1955	14	9	5
1956	14	9	5
1957	9	3	6
1958	9	5	4
1959	8	4	4
1960	10	4	6
1961	6	3	3
1962	14	8	6
1963	12	4	8
1964	19	9	10
1965	15	2	13
1966	9	2	7
1967	14	5	9
1968	21	11	10
1969	8	3	5
1970	21	5	16
Fuente: CSIC (1971).			

## BIBLIOGRAFIA.

ABRAMOVITZ, M. (1956), "Research and Output Trends in the United States since 1870", *American Economic Review, Papers and Proceedings*, may., pp. 5-23. Existe traducción en castellano en Rosenberg (selección de) (1979b), pp. 297-318.

ALBAREDA HERRERA, J.M. (1951), *Consideraciones sobre la investigación científica*. Madrid, CSIC.

ALBARRACIN, A. (1985), "Santiago Ramón y Cajal e Hispanoamérica", en Peset (edición a cargo) (1985).

ALEIXANDRE, V. (1977), "Trabajos y realizaciones efectuados por el Instituto de Electricidad y Automática en el campo de la Automática", *Revista de Informática y Automática*. Año X, núm. extraordinario, abril, pp. 49-51. .

ALONSO, M. (1958), *Enciclopedia del Idioma. Diccionario histórico y moderno de la lengua española (siglos XII al XX) Etimológico, tecnológico, regional e hispanoamericano*, (tres tomos), Madrid, Aguilar.

ANDERSEN, E.S. y LUNDVALL, B-Å. (1988), "Small National Systems of Innovation Facing Technological Revolutions: An Analytical Framework", en Freeman y Lundvall (1988), pp. 9-36.

APOKIN, I.A. y CHAPOVSKI, A.Z. (1991), "The origins of the first scientific center for automation". *History and Technology*, vol. 8, núm. 2, pp. 133-138.

AQUINO, A. (1978), *Dinamica della specializzazione internazionale e politica di riconversione industriale*. Milan, Franco Angeli Editore.

ANCARANI, V. (a cura di) (1989), *La scienza accademica nell'Italia post-unitaria. Discipline scientifiche e ricerca universitaria*. Milan, Franco Angeli.

ARROW, K.J. (1962), "The Economic Implications of Learnig by Doing", *Review of Economic Studies*, vol. XXIX (3), jun., núm. 80, pp. 155-173.

----- (1979), "El bienestar económico y la asignación de recursos para la invención", en Rosenberg (selección de) (1979b), pp. 151-167.

ASIMOV, I. (1987), *El futuro. Una visión del año 2000 desde el siglo XIX*. Madrid, Alianza Editorial.

BALLBE, M. (1992), "Guardian del Orden", *El País*. (Extra), 3-12-1992, pp. 22 y 23.

BALLESTERO, A. (1993), *Juan Antonio Suanzes 1891-1977. La política industrial de la posguerra*, Madrid, LID.

BALTA, J. y GARCIA SANTESMASES, J. (1944), "Contribución al estudio de algunos semiconductores. 1. Carborundum y sulfuro estano", *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*. Tomo XL, núm. 384, pp. 133-154.

BARCIELA, C. (1989), "Crecimiento y cambio en la agricultura española desde la Guerra Civil", en Nadal, Carreras y Sudrià (compiladores) (1989), pp. 258-279.

----- (1989b), "La España del «estraperlo»", en García Delgado (Ed.) (1989), pp. 105-122.

BASALLA, G. (1991), *La evolución de la tecnología*. Barcelona, Crítica.

BERNECKER, W.L. (ed.) (1992), *España y Alemania en la edad contemporánea*. Frankfurt, Vervuert.

BIESCAS, J.A. (1980), "Estructura y coyunturas económicas", en Biescas y Tuñón de Lara (1980), pp. 11-164.

BIESCAS, J.A. y TUÑÓN DE LARA, M. (1980), *España bajo la dictadura franquista (1939-1975)*. (Tomo X de *Historia de España*, dirigida por M. Tuñón de Lara), Barcelona, Labor.

BISOGNO, P. (a cura di) (1988), *La politica scientifica in Italia negli ultimi 40 anni. Risorse, problemi, tendenze e raffronti internazionali*. Roma, CNR.

BLAUG, M. (1985), *La metodología de la economía o cómo explican los economistas*. Madrid, Alianza Editorial.

BRAÑA, J. y BUESA, M. (1981), "La intervención directa del Estado en la producción: Algunos aspectos de la actuación del INI en el período 1941-1962", *Presupuesto y Gasto Público*. Núm. 10, pp. 19-37.

BRAÑA, J., BUESA, M. y MOLERO, J. (1984), *El Estado y el cambio tecnológico en la industrialización tardía. Un análisis del caso español*, México, FCE.

BUESA, M. (1982), *El Estado en el proceso de industrialización: contribución al estudio de la política industrial española en el período 1939-1963*. (Tesis doctoral), Madrid, UCM.

----- (1984), "Las restricciones a la libertad industrial en la política industrial española (1938-1963)", *Información Comercial Española*. Núm. 606, feb., pp. 107-121.

BUESA, M. y MOLERO, J. (1988), *Estructura industrial de España*. Madrid, FCE - Paideia.

----- (1989), *Innovación industrial y dependencia tecnológica de España*, Madrid, Eudema.

CAINARCA, G.C., COLOMBO, M.G. Y MARIOTTI, S. (1992), "Agreement between firms and the technological life cycle model: Evidence from information technologies", *Research Policy*, núm. 21, pp. 45-62.

CALVET, J. (1991), "Indústria i burguesia durant la postguerra", *L'AVENÇ revista d'Història*. Núm. 149, pp. 34 y 51-53.

----- (1992), *La indústria tèxtil llanera a Espanya, 1939-1959*. (Nova biblioteca sabadellenca, núm. 4), Sabadell, Col·legi de Doctors i Llicenciats.

CALVO, J. (1992), "Guerra civil, Universidad y censura. Sobre las sanciones y depuración al profesor Felipe González Vicén (Primeras noticias)", *Sistema*. Núm. 109, pp. 45-72.

CAMARASA, J.M., MARTI, J. y ROCA, A. (1992), *La Mirada dels Científics. Fent Ciència a Catalunya*, (Catálogo de la exposición del mismo nombre). Barcelona, Departament de Cultura - Generalitat de Catalunya.

CAMON, L. (1978), "Una aproximación al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.)", en Camón, Cid, Garrabou, Lacalle, Marcos, Narbona, Ponsa, Quintanilla, Ras y Rodríguez, (1978)

CAMON, L., CID, F., GARRABOU, R., LACALLE, D., MARCOS, J., NARBONA, P., PONSA, M., QUINTANILLA, M.A., RAS, E., y RODRIGUEZ, E. (1978), *Jornadas de historia y filosofía de las ciencias y las técnicas. CXXV aniversario de la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona (1851-1976)*. Barcelona, E.T.S.E.I.

CARANDE, R. (1941), "Bases de una política económica de reconstrucción", *Revista de Estudios Políticos*. Año 1, núm. 1, enero, pp. 43-81.

CARR, R. y FUSI, J.P. (1981), *Spain: Dictatorship to Democracy*. (Segunda edición), London, G. Allen & Unwin.

CARRERAS, A. (1988), "España durante la 2ª revolución tecnológica", en Nadal, Carreras, y Martín Aceña (1988), pp. 101-196.

CARRERAS, A. (1989), "La industria: atraso y modernización", en Nadal, Carreras y Sudrià (compiladores), 3ª edición, pp. 280-312.

----- (1989b), "La industria", en Carreras -Coordinador- (1989), pp. 171-247.

----- (1989c), "Depresión económica y cambio estructural durante el decenio bélico (1936-1945)", en García Delgado (Ed.) (1989), pp. 3-34.

----- (1989d), "Renta y riqueza", en Carreras -Coordinador- (1989), pp. 533-588.

----- (1990), *Industrialización española: estudios de historia cuantitativa*. Madrid, Espasa-Calpe.

CARRERAS, A. - Coordinador- (1989), *Estadísticas históricas de España siglos XIX-XX*. Madrid, Fundación Banco Exterior.

CASADO DE OTAOLA, S. "Juan Negrín y la Residencia de Estudiantes", *EL PAÍS*, (sociedad), 29 de diciembre, año XVII, núm. 5.725, p. 22.



CASTILLO, A. y TOMEIO, M. (1971), *Albareda fue así*. Madrid, CSIC.

CASTRO, P. (1991). "Estrategia tecnológica corporativa del Grupo INI", *Economía Industrial*. Núm. 282, nov.-dic., pp. 65-71.

CATALAN, J. (1989a), "Autarquía y desarrollo de la industria durante la segunda guerra mundial. Un enfoque comparativo", en García Delgado (Ed.) (1989), pp. 35-88.

----- (1989b), "En el cincuenta aniversario de la II Guerra Mundial: un fracaso de la economía española", *Revista de Economía*. Núm. 3, pp. 87-92.

----- (1990). "Capitales modestos y dinamismo industrial: orígenes del sistema de fábrica en los valles guipuzcoanos, 1841-1918", en Nadal y Carreras (Dirección y Coordinación) (1990), pp. 125-155.

----- (1991), "Política industrial i primer franquisme: l'impacte a Catalunya", *L'AVENÇ revista d'Història*. Núm. 149, pp. 28-33.

----- (1992), "Reconstrucción, política económica y desarrollo industrial: tres economías del sur de Europa, 1914-1953", en Prados de la Escosura y Zamagni (eds.), pp. 359-395.

CHANDLER, A.D. (1990), "Fundamentos tecnológicos y organización de la moderna empresa multinacional industrial: la dinámica de la ventaja competitiva", en Teichova, Levy-Leboyer, y Nassbaum (Comp.) (1990), pp. 47-77.

CHERUBINI, G. y otros (Direzione) (1982), *Storia della Società Italiana*. Milano, Teti editore.

CHIAROMONTE, F. y DOSI, G. (1993), "The micro foundations of competitiveness and their macroeconomic implications", en Foray y Freeman (Edited by) (1993), pp. 107-134.

COMIN, F. (1985), "La evolución del Gasto del Estado en España, 1901-1972: Contrastación de dos teorías", en Martín Aceña y Prados de la Escosura (eds.) (1985), pp. 317-341.

----- (1989), "Sector público", en Carreras -Coordinador- (1989), pp. 395-461.

COMISION TECNICA ESPECIALIZADA DE COMBUSTIBLES (1946), "Estudio y dictamen de la Comisión Técnica Especializada de Combustibles", *Combustibles*. Año VI, núm. 35-36, pp. 133-155.

CONSEJO SINDICAL (1945), "Un Plan Nacional de Combustibles", *Combustibles*. Año V, núm 29-30, pp. 115-119.

CRIADO, E. (1990), "El sistema científico-técnico en España", en Fundación 1º de mayo (1990), pp. 105-152.

CSIC - Consejo Superior de Investigaciones Científicas (1942), *Memoria de la Secretaría General 1940-1941*. Madrid, CSIC.

----- (1943), *Memoria de la Secretaría General 1942*. Madrid, CSIC.

----- (1944), *Memoria de la Secretaría General 1943*. Madrid, CSIC.

----- (1946), *Memoria de la Secretaría General. Año 1945*. Madrid, CSIC.

----- (1946b), *Documentación Inicial del Patronato Juan de la Cierva Codorniu*, Madrid, CSIC.

----- (1947), *Memoria de las actividades desarrolladas por el Patronato "Juan de la Cierva Codorniu" año 1946*. Madrid, CSIC.

----- (1947b), *Estudio y Dictamen de la Comisión Técnica Especializada de Electrónica*. Madrid, CSIC.

----- (1948a), *Memoria de la Secretaría General. Año 1946-47*. Madrid, CSIC.

----- (1948b), *Memoria de las actividades desarrolladas por el Patronato "Juan de la Cierva Codorniu" año 1947*. Madrid, CSIC.

----- (1949), *Memoria de las actividades desarrolladas por el Patronato "Juan de la Cierva Codorniu" año 1948*. Madrid, CSIC.

----- (1949b), *Reglamento del Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica*. Madrid, CSIC.

----- (1951), *Memorias de las Actividades desarrolladas por el Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica, año 1950*. Madrid, CSIC.

----- (1952), *Memorias de las Actividades desarrolladas por el Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica, año 1951*. Madrid, CSIC.

----- (1953), *Memorias de las Actividades desarrolladas por el Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica, año 1952*. Madrid, CSIC.

----- (1954), *Memorias de las Actividades desarrolladas por el Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica, año 1953*. Madrid, CSIC.

----- (1955), *Memorias de las Actividades desarrolladas por el Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica, año 1954*. Madrid, CSIC.

----- (1955b), *Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica 1945-1955*. Madrid, CSIC.

----- (1956), *Memorias de las Actividades desarrolladas por el Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica, año 1955*. Madrid, CSIC.

----- (1957), *Memorias de las Actividades desarrolladas por el Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica, año 1956*. Madrid, CSIC.

----- (1958), *Memorias de las Actividades desarrolladas por el Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica, año 1957*. Madrid, CSIC.

----- (1959), *Memorias de las Actividades desarrolladas por el Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica, año 1958*. Madrid, CSIC.

----- (1960), *Memorias de las Actividades desarrolladas por el Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica, año 1959*. Madrid, CSIC.

----- (1960b), *Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica*. Madrid, CSIC.

----- (1961), *Memorias de las Actividades desarrolladas por el Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica, año 1960*. Madrid, CSIC.

----- (1965), *Coloquios sobre investigación e industria*. Madrid, CSIC.

----- (1966), *Investigación y servicios a la industria*. Madrid, CSIC (Secretaría Técnica del Patronato "Juan de la Cierva").

----- (1971), *Patronato de Investigación Científica y Técnica "Juan de la Cierva" 1945-1970*. Madrid, CSIC.

CSIC-IEA (1958), *Actas del III Congreso Internacional de Automática*. Madrid, CSIC-IEA.

CSIC-PJC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Patronato "Juan de la Cierva") (1964), *Patronato de Investigación Científica y Técnica "Juan de la Cierva" (CSIC) 1939-1964*. (Folleto), Madrid, CSIC-PJC.

----- (1969), *Patronato de Investigación Científica y Técnica "Juan de la Cierva"*. (Folleto), Madrid, CSIC-PJC.

DAVID, P.A. (1993), "Path-dependence and predictability in dynamics systems with local network externalities: a paradigm for historical economics", en Foray y Freeman (Edited by) (1993), pp. 208-231.

DAVISON C. St. C. (1978), "Transportando estatuas de setenta toneladas en Asiria y antiguo Egipto", en Kranzberg y Davenport (eds.), pp. 193-198.

DEGREGORI, T.R. (1985), *A Theory of Technology. Continuity and Change in Human Development*. Ames-Iowa, Iowa State University Press.

DIPUTACION DE BARCELONA (1916), *Guia de les institucions científiques i d'ensenyança*. Barcelona, Publicacions del Cosell de Pedagogia.

DONGES, J. (1976), *La industrialización en España*. Barcelona, Oikos-Tau.

DOSI, G. (1982), "Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change". *Research Policy*, jun., vol 11, núm. 3, pp. 147-162

----- (1984), *Technical Change and Industrial Transformation the Theory and an Application to the Semiconductor Industry*. London, Macmillan.

----- (1988), "Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation". *Journal of Economic Literature*, vol. XXVI, sep., pp. 1120-1171. (Traducción al castellano en *EKONOMIAZ Revista Vasca de Economía*, núm. 22, 1992, pp. 269-331.)

----- (1991), "Una Reconsideración de las Condiciones y los Modelos del Desarrollo. Una Perspectiva «Evolucionista» de la Innovación, el Comercio y el Crecimiento". *Pensamiento Iberoamericano, Revista de Economía Política*, núm. 20, pp. 167-191.

DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G. y SOETE, L. (edited by) (1988), *Technical Change and Economic Theory*. Londres, Printer Publisher.

DOSI, G., GIANNETTI, J. y TONINELLI, P.A. (Ede.) (1992), *Technology and Enterprise in a Historical Perspective*. Oxford, Oxford University Press.

DOSI, G. y ORSENIGO, L. (1988), "Coordination and transformation: an overview of structures, behaviours and change in evolutionary environments", en Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg, y Soete, 1988, pp. 13-37.

DOSI, G., PAVITT, K. y SOETE, L. (1990), *The Economics of Technical Change and international trade*. Londres, Harvester Wheatsheaf.

DRUCKER, P.F. (1978), "Trabajo y herramientas", en Kranzberg y Davenport (eds), 1978, pp. 149-158.

DUIJN, J.J. VAN (1981), "Fluctuations in innovations over time", *Futures. The Journal of Forecasting and Planning*, vol. 13, núm. 4, pp. 264-275.

DURAND, T. (1992), "Dual technological trees: Assessing the intensity and strategic significance of technological change", *Research Policy*, núm. 21, pp. 361-380.

ESTAPE, F (1975), "Los problemas actuales de la economía española", en Ros Hombravella (ed) (1975), pp. 29-51.

ESTEBAN, J.M. (1977), "La política económica del franquismo: una interpretación", en Preston (1977), pp. 147-180.

ESTEVA FABREGAT, C. (1984), *Antropología industrial*. Barcelona, Anthropos.

FANJUL, O., MARAVALL, F., PEREZ-PRIM, J.M. y SEGURA, J. (1974), *Cambios en la estructura industrial de la economía española 1962-1970: una primera aproximación*. (Serie E, núm. 3), Madrid, Fundación del INI.

FNICER (1935), *Memorias correspondientes a los años 1932, 1933 y 1934 de la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas*. Madrid, FNICER.

FORAY, D. y FREEMAN, C. (Edited by) (1993), *Technology and the Wealth of Nations. The Dynamics of Constructed Advantage*. Londres, Pinter Publishers.

FRAILE, P. (1991), *Industrialización y grupos de presión. La economía política de la protección en España 1900-1950*. Madrid, Alianza Editorial.

----- (1992), *Interés público y captura del Estado: la empresa pública siderúrgica en España, 1941-1981*. (Documento de Trabajo, núm. 9203, Programa de Historia Económica), Madrid, Fundación Empresa Pública.

FREEMAN, C. (1975), *La teoría económica de la innovación industrial*. Madrid, Alianza Editorial.

FREEMAN, C. (Edited by) (1990), *The Economics of Innovation*, Aldershot (Hants), Edward Elgar Publishing Limited.

FREEMAN, C., CLARK, J. y SOETE, L. (1985), *Desempleo e innovación tecnológica. Un estudio de las ondas largas y el desarrollo económico*. Madrid, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

FREEMAN, C. y LUNDVALL, B.Å. (1988), *Small Countries Facing the Technological Revolution*. Londres, Printer Publishers.

FREEMAN, C. y PEREZ, C. (1988), "Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour", en Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg, y Soete, 1988, pp. 38-66.

FRIAS, J. (1988), "La investigación tecnológica para su 'despegue' definitivo". *Nuevo Siglo*, núm. 6, diciembre, pp. 83-88.

FUKASAKU, Y. (1992), "Origins of Japanese industrial research: Prewar government policy and in-house research at Mitsubishi Nagasaki Shipyard". *Research Policy*, vol. 21, pp. 197-213.

FUNDACION 1º DE MAYO (1990), *Ciencia y cambio tecnológico en España*. Madrid, Fundación 1º de Mayo - MEC - MINER.

GALI, A. (1981-1987), *Història de les institucions i del moviment cultural a Catalunya (1900-1936)*. Barcelona, Fundació A. Galí.

GAMELLA, M. y HERNANDEZ DE FELIPE, M. (Ed.) (1990), *Nuevas tecnologías y orden económico internacional*. Madrid, Fundesco.

GARCIA CAMARERO, Ernesto y GARCIA CAMARERO, Enrique. (1970), *La polémica de la ciencia española* (contiene "Deberes del Estado en relación con la producción científica" de S. Ramón y Cajal, pp. 373-399). Madrid, Alianza Editorial.

GARCIA DELGADO, J.L. (1989), "La industrialización y el desarrollo económico en España durante el franquismo", en Nadal, Carreras y Sudrià (compiladores) (1989), pp. 164-189.

----- (1990), "Crecimiento económico y cambio estructural (1951-1975)", en Martín Aceña y Comín (Eds.) (1990), pp. 137-160.

GARCIA DELGADO, J.L. (Ed.) (1989), *El primer franquismo. España durante la segunda guerra mundial*. Madrid, Siglo XXI.

GARCIA DELGADO, J.L. y ROLDAN, S. (1975), "Hacia un nuevo equilibrio del sector exterior de la economía española, 1960-72", en Ros Hombravella (ed) (1975), pp. 263-284.

GARCIA HOURCADE, J.L. y VALLES GARRIDO, J.M. (coordinadores) (1992), *La Casa de la Química. Ciencia, artillería e ilustración*. Madrid, Ministerio de Defensa.

GARCIA PEREZ, R. (1990), "La idea de la «Nueva Europa» en el pensamiento nacionalista español de la inmediata postguerra, 1939-1944", *Revista del Centro de Estudios Constitucionales*. Núm. 5, ene.-mar., pp. 203-204.

----- (1992), *Deuda, Comercio y Nuevo Orden: España y el Tercer Reich durante la Segunda Guerra Mundial (1939-1945)*, (Tesis doctoral), Madrid, Universidad Complutense de Madrid - Facultad de Historia.

----- (1992b), "Franquismo y Tercer Reich: la vertiente económica del Nuevo Orden", en Bernecker (ed.) (1992), pp. 197-207.

----- (1993), "El sueño irrealizable: la ambición imperialista del franquismo", en Tusell, Sueiro, Martín y Casanova (1993), II tomo, pp. 287-298.

GARCIA SANTESMASES, J. (1943), Contribución al estudio de la Ferromagnetización y de la Autoinducción. (Premio "Juan de la Cierva"). Madrid, CSIC.

----- (1943b), "Aplicación de una expresión analítica de la curva de magnetismo", *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*. Núm. 39, pp. 410-413.

----- (1948), "El microscopio electrónico y sus aplicaciones en Biología". *Memorias del primer Congreso Hispano-Luso de Farmacia*. Madrid, pp. 169-190.

----- (1950), *Informe sobre "máquinas calculadoras"*. Mecanografiado (por atención del autor). Madrid, 18 de enero 1950.

----- (1951), *Informe sucinto sobre las grandes máquinas digitales de cálculo*. Mecanografiado (por atención del autor). Departamento de Electricidad del CSIC. Madrid, 6 de febrero 1951.

----- (1951-1952), *The Shift Circuit*. Progress Report nº 21. Cambridge (EE.UU.). The Computation Laboratory, Universidad de Harvard.

----- (1952), *Fundamental principles of parallel ferromagnetization*. Progress Report nº 22. Cambridge (EE.UU.) The Computation Laboratory, Universidad de Harvard.



----- (1952b), "Circuito "Trigger" ferromesonante aplicable a máquinas calculadoras electrónicas", *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*. Tomo XLVIII, serie A-Física, núm. 5 y 6, may.-jun., pp. 171-172.

----- (1952c), *Informe sobre control automático y máquinas calculadoras*. Mecanografiado (por atención del autor). Dirigido a Juan Antonio Suanzes en calidad de Presidente del INI. Madrid, 10 junio 1952.

----- (1956), "Analyseur différentiel électronique IE-CSIC", *Journées Internationales du Calcul Analogique*. Bruselas, pp. 82-87. Traducción en *Revista de Ciencia Aplicada*. Núm. 50, pp. 194-200.

----- (1956b), *Informe preliminar sobre la construcción de máquinas electrónicas en España, bajo el punto de vista industrial*. Mecanografiado (por atención del autor). Madrid, sep. 1956.

----- (1957), *Contribución al desarrollo en investigación de las máquinas calculadoras electrónicas y sus elementos básicos*. Premio "Francisco Franco" de Investigación Técnica —Individual—. Madrid, IEA-CSIC.

----- (1972), "Ferromesonant Devices", en Nalce (1972), pp. 155-186.

----- (1979), *Medalla de Oro Premio Echegaray concedida a José García Santesmases*. Conferencia pronunciada por García Santesmases en la Real Academia de Ciencias Exactas Física y Naturales por J. García Santesmases. Madrid, RACEF y N.

----- (1980), *Obra e inventos de Torres Quevedo*. Madrid, Instituto de España.

GARCIA SANTESMASES, J., ALIQUE, M. y LLORET, J.L. (1960), "Ferromesonant Systems of Circuit Logic". *Proceedings of the IEE*. Vol. 107, b, núm. 32.

GARCIA SANTESMASES, J. y EQUIPO del IEA (1958), Research on ferromesonant computer and control devices. Technical Note nº 1. Mecanografiado (por atención del autor). Madrid, IEA.

----- (1959), Research on Ferromesonant Computer and Control Devices. Technical Note nº 2. Mecanografiado (por atención del autor). Madrid, IEA.

----- (1960), Research on Ferroresonant Computer and Control Devices. Technical Note nº 3. Mecanografiado (por atención del autor). Madrid, IEA.

----- (1961), Research on Ferroresonant Computer and Control Devices. Technical (final) Report Task I, I Bulk Materials. Mecanografiado (por atención del autor). Madrid, IEA.

----- (1962), Technical (final) Report Task II, II Thin Films. Mecanografiado (por atención del autor). Madrid, IEA.

GARCIA SANTESMASES, J., GONZALEZ, J., CIVIT, A. y otros (1955), *Analizador diferencial electrónico (Investigación, proyecto, y realización)*. —Premio Juan de la Cierva en equipo 1954—. Madrid, PJC.

GARCIA SANTESMASES, J. y MAÑAS, J. (1948), "Sobre la posibilidad de un espectroscopio electrónico", *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*. Tomo 44, Serie A-Física, número 1 y 2, pp. 53-69.

----- (1949), "Circuitos para derivación e integración", *Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química*. Tomo XLV, Serie A-Física, jul.-ago., pp. 329-348.

GARMA, S. y SANCHEZ RON, J.M. (1989), La Universidad de Madrid y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas. *ALFOZ*. Núm. 66-67, págs. 59-77.

GARRABOU, R., BARCIELA, C. y JIMENEZ BLANCO, I. (eds.) (1986), *Historia Agraria de la España contemporánea*, Barcelona, Crítica.

GEYMONAT, L. y MAIOCCHI, R. (1982), "La scienza e l'industria", en Micheli, Finocchi, Fubini, Geymonat, Isnenghi, Maiocchi, Mainoia, Pestolazza y Spinella (1982), pp. 323-387.

GLICK, T.F. (1986), *Einstein y los Españoles. Ciencia y sociedad en la España de Entreguerras*. Madrid, Alianza Editorial.

----- (1987), "La missió d'Esteve Terradas als Estats Units: 1944-1945", en Roca Rosell y otros, pp. 35-42.

----- (1988a), "La Fundación Rockefeller i Espanya: La crisis dels Laboratoris", en Navarro (1988), pp. 367-372.

----- (1988b), La Fundación Rockefeller en España: Augustus Trowbridge y las negociaciones para el Instituto Nacional de Física y Química, 1923-1927, en Sánchez Ron, J. M. (coordinador) (1988a), págs. 281-300.

GLICK, T.F. y SANCHEZ RON, J.M. (ed) (1988), *Memorias de Emilio Herrera*. Madrid, UAM.

GOLDIS, F. (1951), *Memoria provisional sobre el beneficio de las piritas en España*. Madrid, CSIC.

GOLDSTINE, H.H. (1972), *The Computer from Pascal to von Neumann*. Princeton, Princeton University Press.

GOMEZ CASTAÑEDA, J. (1985), "Los gastos de defensa en España: análisis retrospectivo y perspectiva actual", *Presupuesto y Gasto Público*. Núm. 26, pp. 27-43

GOMEZ MENDOZA, A. (en prensa), *El Gibraltar español*. Madrid, Civitas.

GOMEZ MENDOZA, A. y LOPEZ GARCIA, S. (1992), "Los comienzos de la industria aeronáutica en España y la Ley de Wolf (1916-1929)", *Revista de Historia Industrial*, año 1, núm. 1, pp. 155-178.

GOMULKA, S. (1990), *The Theory of Technological Change and Economic Growth*. Londres, Routledge.

GONZALEZ, M.J. (1979), *La economía política del franquismo (1940-1970)*, Madrid, Tecnos.

----- (1990), "La autarquía económica bajo el régimen del general Franco: una visión desde la teoría de los derechos de propiedad", *Información Comercial Española*. Núm. 676-677, dic.-ene., pp. 19-31.

GONZALEZ BLASCO, P., JIMENEZ BLANCO, J. y LOPEZ PIÑERO, J.M. (1979), *Historia y sociología de la ciencia en España*. Madrid, Alianza Editorial.

GONZALEZ PORTILLA, M. (1989), "El País Vasco en la posguerra: crecimiento económico y especialización industrial", en García Delgado (Ed.) (1989), pp. 89-102.

GOULD, S.J. (1991), *La vida maravillosa. Burgess Shale y la naturaleza de la historia*. Barcelona, Crítica.

GRAHAM, M.B.W. y PRUITT, B.H. (1990), *R&D for Industry. A Century of Technical Innovation at Alcoa*. Cambridge -New York-, Cambridge University Press.

GRILICHES, Z (1990), "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey", *Journal of Economic Literature*. Vol. XXVIII, dic., pp. 1661-1707.

GRUBER, W., MEHTA, D., y VERNON, R. (1967), "The R&D factor in international trade and international investment on United States industries", *The Journal of Political Economics*, vol. 75, ene.-feb., pp. 20-37.

GUTIERREZ RIOS, E. (1970), *José María Albareda: Una época de la cultura española*. Madrid, CSIC.

HALL, P. y PRESTON, P. (1990), *La ola portadora. Nuevas tecnologías de la información y geografía de las innovaciones 1846-2003*, Madrid, Fundesco.

HEILBRONER, R.L. (1978), "¿Hacen historia las máquinas?", en Kranzberg y Davenport (eds.), pp. 27-40.

HELGUERA QUIJADA, J. (1992), "Las industrias artilleras en la época de Proust", en García Hourcade y Valles Garrido (coordinadores) (1992), pp. 97-137.

HERRERO CASTRO, J.L. (1985) *La introducción de la organización científica del trabajo en la España de los años 40 y 50*. (Tesis doctoral), Madrid, Universidad Complutense de Madrid - Facultad de CC. EE. y EE.

----- (1990), "El papel del Estado en la introducción de la OCT en la España de los años cuarenta y cincuenta", *Sociología del Trabajo*. Núm. 9, primavera, pp. 141-166.

HERRERO FERNANDEZ-QUESADA, M.D. (1992), "El Real Colegio de Artillería de Segovia", en García Hourcade y Valles Garrido (coordinadores) (1992), pp. 35-46.

HULL, D.L. (1988), *Science as a Progress*. Chicago, University of Chicago Press.

IEC-ETSEIB (Grup de Treball d'Història de Ciència - Grup d'Història de la Ciència i de la Tècnica) (1987), *Cinquanta anys de ciència i tècnica a Catalunya. Entorn l'activitat científica d'E. Terradas (1883-1950)*. Barcelona, IEC.

INSTITUTO (1920), *Escuela Industrial de Barcelona: Instituto de Electricidad y Mecánica Aplicadas*. Barcelona, Escuela Industrial de Barcelona.

INC (Instituto Nacional del Carbón) (1950), *Introducción a la investigación sobre las hullas*, Oviedo, CSIC-PJC-INC.

INE (Instituto Nacional de Estadística) (1988), *Estadísticas sobre actividades en investigación científica y desarrollo tecnológico año 1985*. Madrid, INE.

INI - Instituto Nacional de Industria (1952), *Reformado del Plan para la Fabricación Nacional de Combustibles Líquidos y Lubricantes e Industrias Conexas*. Madrid, INI-ENCASO.

INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial) (1962), *Estatutos. Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial "Esteban Terradas"*. Madrid, INTA.

ISBORN, C. (1952), "Ferroresonant flips-flops", *Electronics*. Núm. 25, 4, pp. 121-123.

KAPLINSKY, R. (1983), "Firm size and technical change in dynamic context", *The Journal of Industrial Economics*, vol. XXXII, núm. 1, sep., pp. 39-59.

KATZ, J.M. (1976), *Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente*. México, FCE.

----- (1983), "Cambio tecnológico en la industria metalmeccánica latinoamericana. Resultado de un programa de estudios de casos", *Revista de la CEPAL*. Núm. 19, abr., pp. 87-146.

KEIRSTEAD, B.S. (1948), *The Theory of Economic Change*. Toronto, MacMillan.

KEVLES, D.J. (1988), "Las instituciones científicas americanas, 1890-1930. La organización de la ciencia en la cultura práctica y pluralista", en Sánchez Ron, J.M. (coordinador) (1988a), pp. 209-228.

KRANZBERG, M. y DAVENPORT, W.H. (eds.) (1978), *Tecnología y Cultura. Una antología*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili.

KUZNETS, S.S. (1930), *Secular Movements in Production and Prices Their Nature and Their Bearing Upon Cyclical Fluctuations*, Boston & New York, Houghton Mifflin Company-The Riberside Press Cambridge.

LAIN ENTRALGO, P. (1973), "Más sobre la Ciencia en España", en VV.AA. (1973), pp. 131-144.

LANDES, D.S. (1979), *Progreso tecnológico y revolución industrial*. Tecnos, Madrid.

LEIROS, W., BELTRAND, B., MAGARIÑO, L.A., BALDOMERO, M. y MARTINEZ, G. (1977), *Caminos abiertos por Santiago Ramón y Cajal*. Madrid, Hernando S.A. - CAMPM.

LOPEZ FERNANDEZ, C. (1987), "Instituciones científicas e ideología en la España de 1940 a 1955", en IEC-ETSEIB (1987), pp. 163-174.

LOPEZ GARCIA, S.M. (1991), "La organización de la investigación científica y técnica tras la Guerra Civil. Contrastes y similitudes con los logros de las primeras décadas del siglo XX", *Encuentro de Historia Económica, (Actas de las ponencias)*. Valencia 7 y 8 de octubre, UIMP.

----- (1992), "Un sistema tecnológico que progresa sin innovar", *Ekonomiaz*. Núm. 22, 1º cuatrimestre, pp. 30-55.

LOPEZ GARCIA, S.M. y PUIG RAPOSO, N. (en prensa), "Technology and Industry in Spain. The Case of the Chemical Institute of Sarrià (1916-1992) ", *History & Technology*.

LORA TAMAYO, M. (1946), "Organización actual de la Investigación Científica". *Combustibles*, año VI, núm. 33-34, may.-ago., pp. 76-88.

LLAVE, J.S. de, (1921), "El Laboratorio Aerodinámico de Cuatro Vientos". *Ibérica*, núm. 15, pp. 52-55.

----- (1926), "El laboratorio de Cuatro Vientos". *Aérea*, año IV, núm. 40, sep., pp. 3-9.

LUNDVALL, B.-Å (1988), "Innovation as an Interactive Process -from User-Producer Interaction to the National System of Innovation", en Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg y Soete (edited by) (1988), pp. 349-369.

LUNDVALL, B.-Å (Edited by) (1992), *National Systems of Innovation. Towards Theory of Innovation and Interactive Learning*. London, Printer Publishers.

MAIDIQUE, M.A. y ZIRGER, B.J. (1985), "The new product learning cycle", *Research Policy*, núm. 14, pp. 299-313.

MAIOCCHI, R. (1978), "Scienza, industria e fascismo (1923-1939)", *Società e Storia*. Núm. 2, pp. 281-315.

----- (1980), "Il ruolo delle scienze nello sviluppo industriale italiano", en Micheli (1980), pp. 865-999.

----- (1985), *Einstein en Italia. La scienza e la filosofia italiane di fronte alla teoria della relatività*. Milano, Franco Angeli.

----- (1988), "Ingenieri, cultura, fascismo", en "Il Politecnico di Milano nella storia italiana (1914-1963)", *Rivista Milanese di Economia*. (Quaderno nº 17), vol. I, pp. 205-231.

----- (1989), "L'attività di ricerca nel Politecnico di Milano tra le due guerre", *Storia in Lombardia*. Núm. 3, pp. 33-53.

MALUQUER DE MOTES, J. (1989), "Precios, salarios y beneficios. La distribución funcional de la renta" en Carreras (Coordinador), 1989, pp. 517-528.

MANCOMUNITAT DE CATALUNYA (1923), *L'Obra Realizada, 1914-1923*. Barcelona, Mancomunitat de Catalunya.

MANJARRES, J. (1877), "Arquitectos e ingenieros", *Revista de la Sociedad Central de Arquitectos*. Núm. 4.

MANSFIELD, E., SCHWARTZ, M. y WAGNER, S. (1981), "Imitation costs and patents: an empirical study", *The Economic Journal*, núm. 91, dic., pp. 907-918.

MARAVALL, F. y PEREZ-PRIM, J.M. (1975), *Cambio estructural y crecimiento económico: un análisis del caso español (1962-1970)*. (Serie E, núm. 4), Madrid, Fundación del INI.

MARTIN ACEÑA, P. y COMIN, F. (1990), "La acción regional del Instituto Nacional de Industria, 1941-1976", en Nadal y Carreras, (Dirección y coordinación) 1990, pp. 379-419.

----- (1991), *INI: 50 años de industrialización en España*. Madrid, Espasa-Calpe (Biblioteca de Economía, Serie perfiles).

----- (1992), "El Estado en la industrialización española de posguerra: el Instituto Nacional de Industria", en Prados de la Escosura y Zamagni (eds.), pp. 421-443.

MARTIN ACEÑA, P. y COMIN, P. (Eds.) (1990), *Empresa pública e industrialización en España*. Madrid, Alianza Editorial.

MARTIN ACEÑA, P. y PRADOS DE LA ESCOSURA, L. (1985), *La nueva historia económica en España*. Madrid, Tecnos.

METCALFE, J.S. (1981), "Impulse and Diffusion in the Study of Technical Change", *Futures*. oct., pp. 347-359.

MIC (Ministerio de Industria y Comercio), (1938-1942), *Catálogo Oficial de la Producción Industrial de España 1938-1942*. (2 ts.), Madrid, MIC.

-----, (1941), *Avance-resumen de la labor realizada desde octubre de 1939 a octubre de 1941 por la aplicación del Decreto 8-IX-39 que regula el establecimiento de nuevas industrias*, Madrid, MIC.

MICHELÌ, G. (1980), *Storia d'Italia. Scienza e tecnica nella cultura e nella società del Rinascimento a oggi*. (Tomo III), Torino, Giulio Einaudi editore.

MICHELÌ, M., FINOCCHI, L., FUBINI, E., GEYMONAT, L., ISNENGHI, M., MAIOCCHI, R., MAINOIA, C., PESTOLAZZA, L. y SPINELLA, M. (1982) "Il pensiero e la cultura nell'Italia unita", en Cherubini y otros (Direzione) (1982), núm. 16.



MOKYR, J. (1993), *La palanca de la riqueza. Creatividad tecnológica y progreso económico*, Madrid, Alianza Editorial.

MOLINERO, C. (1991), "Les actituds dels industrials catalans davant la política econòmica del primer franquisme", *L'AVENÇ revista d'Història*. Núm. 149, pp. 54-59.

MOLINERO, C. e YSAS, P. (1990), "Los industriales catalanes durante el franquismo", *Revista de Historia Económica*. Año VIII, núm. 1, pp. 105-129.

MONTORO, R. (1981), *La Universidad en la España de Franco (1939/1970)*. Madrid, CIS.

MORELLA, E. (1992), "El producto industrial de posguerra: una revisión (Índices sectoriales, 1940-1958)", *Revista de Historia Económica*. Año X, núm. 1, pp. 125-143.

MOWERY, D.C. (1983), "The Relationship Between Intrafirm and Contractual Forms of Industrial Research in American Manufacturing, 1900-1940", *Explorations in Economic History*, núm. 20, pp. 351-374.

----- (1992), "The U.S. national innovation system: Origins and prospects for change". *Research Policy*, vol. 21, pp. 125-144.

MOYA, C. (1984), *Señas de Leviatán. Estado nacional y sociedad industrial: España 1936-1980*. Madrid, Alianza Editorial.

MUNS, J. (1986), *Historia de las relaciones entre España y el Fondo Monetario Internacional 1958-1982. Veinticinco años de economía española*. Madrid, Alianza Editorial / Banco de España.

MUÑOZ, E. y ORNIA, F. (1986), *Ciencia y tecnología: una oportunidad para España*. Madrid, Aguilar.

NADAL, J. y CARRERAS, A. (Dirección y coordinación) (1990), *Pautas regionales de la industrialización española (siglos XIX y XX)*. Barcelona, Ariel.

NADAL, J., CARRERAS, A. y MARTÍN ACEÑA (1988), *España, 200 años de tecnología*. Barcelona, MIE.

- NADAL, J., CARRERAS, A. y LOPEZ GARCIA, S.M. (en prensa) *Prometeo finalmente desencadenado*. Barcelona, Crítica.
- NADAL, J., CARRERAS, A. y SUDRIA, C. (compiladores) (1989), *La economía española en el siglo XX. Una perspectiva histórica*. (3ª edición). Barcelona, Ariel.
- NADAL, J. y SUDRIA, C. (1983), *Historia de la Caja de Pensiones. La «Caixa» dentro del sistema financiero catalán*. Barcelona, Caja de Pensiones.
- NALCEZ, M. (1972), *Trends in Control Components*. Amsterdam, North-Holland.
- NAREDO, J.M. (1991), "Crítica y revisión de las series históricas de la renta nacional de la postguerra", *Información Comercial Española*. Núm. 698, oct., pp. 133-152.
- NAVARRO, L. (1988), *Història de la Física*. Barcelona, CIRIT.
- NIETO, A. (1985), "El futuro de la Universidad española", en VV.AA (1985), pp. 117-140.
- NELSON, R.R. y WINTER, S.G. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Belnap Press of Harvard University Press.
- NEUMARK, F. (1980), *Zuflucht am Bosphorus: Deutsche Gelehrte, Politiker und Künstler in der Emigration 1933-1953*. Frankfurt, Verlag Josef Knecht.
- OCDE (1984), *OCDE Science and Technology Indicators (R & D. Invention and Competitiveness)*. Núm. 2, París, OCDE.
- (1987), *Innovation Policy, Spain*. París, OCDE.
- OCDE-CDTI (1976), *La medición de las actividades científicas y técnicas*, (traducción de *The Measurement of Scientific and Technical Activities: Proposed Standard Practice of Surveys of Research and Experimental Development. Frascati Manual*. París, OCDE, 1976). Madrid, OCDE-CDTI.
- OLANGUE de ROS, G. (1985), "Tentativas y fracasos de reforma de la asistencia psiquiátrica en la España contemporánea: el caso de Granada (1920-1955)", en Peset (1985), pp. 423-431.

ORELLANA SILVA, E. (1949), "Investigación Científica y desarrollo industrial", *De Economía*. Núm. 6, oct.-dic., pp. 11-17.

OTERO NAVASCUES, J.M. (1950), "El Instituto de Optica «Daza de Valdés»", *Revista de Ciencia Aplicada*, año IV, núm. 16, sep.-oct., pp. 385-393.

PARIS EGUILAZ, H. (1942), *Economía de Guerra*. Madrid, Minuesa.

----- (1944), *La expansión de la economía española*, Madrid, CSIC.

----- (1945), *Teoría de la economía nacional*. Madrid, CSIC.

----- (1947), *El plan económico en la sociedad libre. Perspectivas de un Plan en España*. Madrid, Diana.

----- (1965), *El desarrollo económico español 1906-1964*. Madrid, Sucs. JSO.

PASAMAR ALZURIA, G. (1991), *Historiografía e ideología en la postguerra española: La ruptura de la tradición liberal*. Zaragoza, Prensas Universitarias de Zaragoza.

PAVITT, K. (1984), "Sectorial patterns of technical change: Towards a taxonomy and theory", *Research Policy*. Núm. 13, pp. 343-373.

PAYNE, S.G. (1987), *El régimen de Franco (1936-1975)*, Alianza Editorial, Madrid.

----- (1992), *Franco. El perfil de la historia*. Madrid, Espasa-Calpe.

PEREZ, C. y SOETE, L. (1988), "Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity", en Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg, y Soete, 1988, pp. 458-479.

PESET, J.L. (edición a cargo) (1985), *La ciencia moderna y el Nuevo Mundo*. (Actas de la I Reunión de Historia de la Ciencia y de la Técnica de los Países Ibéricos e Iberoamericanos, Madrid 25-28 sep., 1984), Madrid, CSIC.

----- (1986), "Introducción", en MUÑOZ y ORNIA (1986), pp. 13-39.

PJC (Patronato "Juan de la Cierva") (1947), *Hacia una nueva organización científica en los Estados Unidos*. Madrid, PJC.

----- (1949), *Patronato "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica. Organización y desarrollo*. Madrid, PJC.

----- (1949b), *Ciencia e Industria en la Gran Bretaña*. CSIC, Madrid

----- (1953), *El fomento de la productividad*. Madrid, PJC.

PRADOS DE LA ESCOSURA, L. y ZAMAGNI, V. (eds.) (1992), *El desarrollo económico en la Europa del Sur: España e Italia en perspectiva histórica*, Madrid, Alianza Editorial.

PRESTON, P. (1977), *España en crisis: La evolución y decadencia del régimen de Franco*. Madrid, FCE.

PUERTO SARMIENTO, F.J. (1988), *La ilusión quebrada. Botánica, sanidad y política científica en la España Ilustrada*. Barcelona, Serbal/CSIC.

PUIG RAPOSO, N. y LOPEZ GARCIA, S.M. (1992), *Ciencia e industria en España. El Instituto Químico de Sarrià*. Barcelona, IQS.

RAFAEL, E, PALACIOS, J. PLANELL, F. LAFITA, F. y REY, J. (1951), *Discursos pronunciados en la sesión necrológica en honor del Excmo. Sr. D. Esteban Terradas e Illa*. Madrid, Real Academia de CC. EE. FF. y NN.

RAMA, C.M. (1976), *La crisis española del siglo XX*, (tercera edición), Madrid, FCE.

RAMON Y CAJAL, S. (1991), "Deberes del Estado en relación con la producción científica" en *Reglas y consejos sobre la investigación científica. Los tónicos de la voluntad*, (12ª edición). Madrid, Espasa-Calpe, pp. 160-190.

RIBAS I MASSANA, A. (1978), *L'economia catalana sota el franquisme 1939-1953*. Barcelona, Edicions 62.

ROBERT, A. (1943), *Un problema nacional: la industrialización necesaria*. Madrid, Espasa-Calpe.

----- (1954), *Perspectivas de la economía española*. Madrid, Cultura Hispánica.

ROCA ROSELL, A. (1990), *La Física en la Cataluña finisecular. El joven Fontserè y su época*, (Tesis Doctoral). Madrid, Departamento de Física Teórica. U.A.M.

ROCA ROSELL, A. y otros (1987), *Cinquanta anys de ciència i tècnica a Catalunya. Ebtorn l'activitat científica d'E. Terradas (1883-1950)*. Barcelona, Institut d'Estudis Catalans.

ROCA ROSELL, A. y SANCHEZ RON, J.M. (1990), *Esteban Terradas. Ciencia y Técnica en la España contemporánea*. Madrid, INTA/Serbal.

----- (1992), *Aeronáutica y Ciencia*. Sevilla, Algaida/INTA.

ROS HOMBRAVELLA, J. (ed) (1975), *Trece economistas españoles ante la economía española*. Barcelona, Oikos-tau.

ROS HOMBRAVELLA, J. y otros (1978), *Capitalismo español: de la autarquía a la estabilización (1939-1959)*. (Segunda edición), Barcelona, EDICUSA.

ROSENBERG, N. (1976), "On technological expectations", *The Economic Journal*, núm. 86, sep., pp. 523-535.

----- (1979a), *Tecnología y Economía*. Barcelona, Gustavo Gili SA.

----- (selección de) (1979b), *Economía del cambio tecnológico*. México, FCE.

----- (1990), "Estados Unidos: Las relaciones entre ciencia, tecnología y economía en el siglo XX", en Gamella y Hernández de Felipe (Ed.) (1990), pp. 49-78.

----- (1993), *Dentro de la caja negra: tecnología y economía*. Barcelona, La Ilar del llibre.

ROTHWELL, R. y GARDINER, P. (1988), "Re-Innovation and Robust Designs: Producer and User Benefits", *Journal of Marketing Management*, vol. 3, núm. 3, pp. 372-387.

RUELLE, D. (1993), *Azar y caos*, Madrid, Alianza Editorial.

SABATER PI, J. (1992), *El chimpacé y los orígenes de la cultura*. (Tercera edición), Barcelona, Editorial Anthropos.

SAHAL, D. (1985), "Technology Guide-Post and Innovation Avenues". *Research Policy*, vol 14, núm. 2, pp. 61-82.

SANCHEZ CHOLIZ, J. (1990), "Algunas reflexiones sobre la medida del cambio tecnológico", *Cuadernos de Economía*, vol., 18, núm. 53, sep.-dic., pp. 433-453.

SANCHEZ MUÑOZ, P. (1988), *El sector exterior de la economía española*, (2 ts.), Madrid, ICEX.

----- (1992), "La balanza de pagos tecnológicos. Un indicador de ciencia y tecnología en peligro de extinción". *Boletín ICE Económico*, núm. 2324, mayo, pp. 1503-1510.

SANCHEZ RON, J.M. (coordinador) (1988a), *1907-1987 La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas 80 años después*. Madrid, CSIC, (Colección Estudios sobre la Ciencia) 2 ts.

SANCHEZ RON, J.M. (1988b), "La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones científicas 80 años después", en Sánchez Ron, J.M. (coordinador) (1988a), pp. 1-61.

----- (1992), *El poder de la ciencia. Historia socio-económica de la física (siglo XX)*. Madrid, Alianza Editorial - Expo`92.

----- (1992b), "Política científica e ideología: Albareda y los primeros años del Consejo Superior de Investigaciones Científicas", *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*. (Epoca II), núm. 14, agosto, pp. 53-74.

SANTESMASES, M<sup>a</sup>.J. y MUÑOZ E. (1993), "Las primeras décadas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas: Una introducción a la política científica del régimen franquista", *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*. II época, núm. 16, pp. 73-94.

SARDA, J. (1978), "Prólogo a la primera edición", en Ros Hombravella y otros (1978), pp. 13-21.

- SAVIOTTI, P.P. y METCALFE, J.S. (1984), "A theoretical approach to the construction of technological output indicators". *Research Policy*, vol. 13, núm. 3, pp. 141-151.
- SCHERER, F.M. (1978), "Invención e innovación en la aventura de la máquina de vapor de Watt-Boulton", en Kranzberg y Davenport (eds.), pp. 249-271.
- SCHUMPETER, J.A. (1939), *Business Cycles. A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, New York, McGraw-Hill.
- SCHWARTZ, P. y GONZALEZ, M.J. (1978), *Una historia del Instituto Nacional de Industria (1941-1976)*. Madrid, Tecnos.
- SECRETARIA TECNICA DEL PJC (1966), *Investigación y servicios a la industria*. Madrid, CSIC.
- SEMENT-JOSA, J. (1977), *Miseria y dependencia científica en España*. Barcelona, Editorial Laia.
- SHINN, T. (1988), "Progresos y paradojas en la ciencia y tecnología francesas, 1900-1930", en Sánchez Ron, J.M. (coordinador) (1988a), pp. 127-158.
- SILVERBERG, G. (1988), "Modelling economic dynamics and technical change: mathematical approaches to self-organisation and evolution", en Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg, y Soete, 1988, pp. 531-559.
- SILVERBERG, G., DOSI, G. y ORSENIGO, L. (1990), "Innovation, Diversity and Diffusion: a Self-organisation model", en Freeman (Edited by) (1990), pp. 68-104.
- SOETE, L. (1985), "International Diffusion of Technology, Industrial Development and Technological Leapfrogging", *World Development*, vol 13, núm. 3, pp. 409-422.
- SOLLA PRICE, D. de (1984), "The science/technology relationship, the craft of experimental science, an policy for the improvement of high technology innovation". *Research Policy*, núm. 13, pp. 3-20.
- SOLOW, R. (1957), "Technical change and the aggregate production function", *Review of Economics and Statistics*, ago., pp. 312-320. Existe traducción al castellano en Rosenberg (1979b) pp. 319-336.

STEWART, I. (1991), *¿Juega Dios a los dados? La nueva matemática del caos*, Barcelona, Crítica.

SUANZES, J.A. (1943), *La minería como base de la industrialización*. Madrid, INI.

----- (1958), "Sesión de apertura", en CSIC-IEA (1958).

SUDRIA, C. (1989), "Un factor determinante: la energía", en Nadal, Carreras y Sudrià (compiladores), (1989), pp. 313-363.

----- (1991), "Catalunya i la política econòmica del primer franquisme. Una reconsideració", *L'AVENÇ revista d'Història*. Núm. 149, pp. 24-27.

----- (1992), *El Instituto Nacional de Industria en el Sector de la minería: orígenes y evolución*. (Documento de Trabajo, núm. 9202, Programa de Historia Económica), Madrid, Fundación Empresa Pública.

TAMAMES, R. (1990), *Estructura económica de España*. (19ª edición), Madrid, Alianza Editorial.

TEICHOVA, A., LEVY-LEBOYER, M. y NASSBAUM, H. (comp.) (1990), *Empresas multinacionales, finanzas, mercados y gobiernos en el siglo XX*. (2 ts), Madrid, MTSS.

TERREROS, E., (1765-83), *Diccionario Castellano*.

TOMOVIC, R. (1956), *Calcuteurs Analogiques Répétitifs*. París, Masson-Cie.

TOMOVIC, R. Y KARPLUS, W.J. (1962), *High Speed Analog Computers*. Londres, John Wiley.

TORTELLA, G. y JIMENEZ, J.C. (1986), *Historia del Banco de Crédito Industrial*. Madrid, Alianza Editorial / BCI.

TRIANA, E. y GALVAN, J. (Edición de) (1985), *El Mercado Internacional de Tecnología. Transferencia tecnológica en Electrónica, Informática y Telecomunicación*. Madrid, FUNDESCO.



TUSELL, J., SUEIRO, S., MARTIN, J.M. y CASANOVA, M. (1993), *El régimen de Franco (1936-1975). Congreso internacional*. (2 ts.), Madrid, Universidad a Distancia.

USHER, A.P. (1954), *A History of Mechanical Inventions*. (Edición revisada de 1929), Massachusetts, Harvard University Press.

UTTERBACK, J.M. y ABERNATHY, W.J. (1975), "A Dynamic Model of Process and Product Innovation", *OMEGA*, vol. 3, núm. 6, pp. 639-656.

VEGARA, J.M. (1989), *Ensayos económicos sobre innovación tecnológica*, Madrid , Alianza Editorial.

VELARDE, J. (1969), *Sobre la decadencia económica de España*. (2ª edición), Madrid, Tecnos.

----- (1989), "Banca e industrialización: la etapa autárquica (1939-1959)", en VV. AA. (1989), pp. 39-71.

----- (1990), *La vieja generación de economistas y la actual realidad económica española*. (Discurso correspondiente a la solemne apertura del curso académico 1989-1990), Madrid, UCM.

----- (1990b), *Economistas españoles contemporáneos: primeros maestros*. Madrid, Espasa Calpe.

VELASCO, C. (1984), "El «ingenierismo» como directriz básica de la política económica durante la autarquía (1936-1951)", *Información Comercial Española*. Núm. 606, feb., pp. 97-106.

VERNON, R. (1966), "International investment and international trade in the product cycle", *The Journal of Economics*, vol. 80, núm. 2, pp. 190-207.

----- (1979), "The product cycle hypothesis in a new international environment", *Oxford Bulletin of Economic and Statistics*, vol. 41, nov., pp. 255-267.

VICENS VIVES, J. (1959), *Historia económica de España*. Barcelona, Vicens Vives.

----- (1960), "La industrialización y el desarrollo económico de España de 1800 a 1936", en Vicens Vives (1969), pp. 145-156.

----- (1969), *Coyuntura económica y reformismo burgués*. Barcelona, Ariel.

VIÑAS, A. (1984), *Guerra, dinero, dictadura. Ayuda fascista y autarquía en la España de Franco*. Barcelona, Crítica.

VIÑAS, A., VIÑUELA, J., EGUIDAZU, F., PULGAR, C.F. y FLORENSA, S. (1979), *Política comercial exterior en España (1931-1975)*. (3 ts.), Madrid, Banco Exterior de España.

VIZCONDE de EZA (1919), *La pasividad de España ante las futuras luchas económicas*. (Segunda edición), Madrid, Editorial Reus.

VV.AA. (1973), *Once ensayos sobre la Ciencia*. Madrid, Fundación Juan March.

----- (1985), *Pasado, presente y futuro de la Universidad española*. Madrid, Fundación Juan March.

----- (1989), *Banca e industrialización en España*. Madrid, Banesto.

WARLETA, J. (1977), *Autogiro. Juan de la Cierva y su obra*. Madrid, Instituto de España.

WOLF, J. (1912), *Die Volkswirtschaft der Gegenwart und Zukunft*, Leipzig, A. Deichertsche Verlagsbuchhandlung.

ZAMAGNI, V. (a cura di) (1991), *Dall'ammoniaca ai nuovi materiali. Storia dell'Istituto di ricerche chimiche Guido Donegani di Novara*. Bologna, Il Mulino.